هو العزیز

دورهٔ مختصری

از

علم فیزیک

بجهة تدریس در مدارس متوسطه

تألیف میرزا محمد علیخان ذکاءالملک

چاپ دوم

طهران ۱۳۳۲

هو المعز

دوره
علم فیزیک

بجهت تدریس در مدارس متوسطه

تألیف جناب مستطاب اجل آقای ذکاء الملک

(طبع دوم)

طهران سنه ۱۳۳۵

بسم الله الرحمن الرحیم

(دیباچه)

بعد الحمد و الصلوة هشت نه سال قبل این بنده در مدرسه علمیه که از مدارس متوسطه شهر
طهران محسوب میشود سمت معلمی علم فیزیک داشتم و سه دوره این علم را برای سه طبقه از طبقات
متعلمین آنمدرسه تدریس نمودم در دوره اول باقتضای استعداد محصلین بالنسبه مفصل گفتم
دوره دوم و سیم را چون متعلمین کم قوه تر بودند مختصر کردم و از آنجا که کتابی درین علم مناسب
تدریس طبقات مزبوره موجود نبود مطالب را از خارج برای شاگردان تقریر مینمودم و مینوشتند
تقریراتی که برای طبقات دوم و سوم کرده بودم چون جمع و تدوین شد بصورت کتابی درآمد
این اوقات بعضی از دوستان آنرا دیدند و پسندیدند و چون احتیاج مدارس را بیک دوره مختصر
از علم فیزیک میدانستند بنده را محرک شدند که بعضی تصاویر بر آن کتاب ملحق نموده
آن را بطبع برسانم

محض استحضار خاطر مطالعه کنندگان باز توضیح میدهم که این کتاب بدوا بجهت طبع و نشر نوشته

شده و غرض بنده این بوده که کتابی در علم فیزیک تألیف کرده باشم وقتی هم که در مدرسه
برای متعلمین درس میگفتم تقریراتم را تماماً نمی نوشتند و چنانکه همه جا معمول است فقط اصول
مسائل را و امید داشتم متعلمین بقید کتابت در آورند برای اینکه بجهت ایشان تذکره
باشد و باقی مطالب را که شرح و بسط میدادم فقط استماع میکردند این است که کتابی که
بنظر مطالعه کنندگان میرسد در اکثر موارد بسیار موجز است و امثال و شواهد فراوان
ندارد لکن این نکته را هم خاطر نشان میکنیم که در مدارس بیانات و ذکر امثال و شواهد
وظیفه معلم است که باقتضای فهم و استعداد متعلمین بر قدر مصلحت بداند کلام را تطویل نماید
و در هر حال علم فیزیک را بدون معلم فهمیدن و فرا گرفتن برای خردسالان خالی از
اشکال نیست پس این کتاب شامل اصول علم فیزیک تا آن اندازه که بجهت مدارس
متقدماتی ما لازم است میباشد و امید دارم اسباب تسهیل کار معلمین و متعلمین گردد و تدریس
علم فیزیک را که با وجود کمال اهمیت و مطبوعیت موضوع بواسطه فقدان کتاب تاکنون
متروک بوده در مدارس معمول سازد سنه ۱۳۲۷

(بنده شرمنده محمد علی بن فروغی ذکاء الملک)

مقدمات

جسم و اقسام آن

هر چیز که یکی از حواس خمسه با واسطه یا بلا واسطه محسوس شود جسم است مثل
سنگ و چوب و درخت و آب و بخار و دود و امثال آنها

اجسام بر دو قسمند آلی و غیر آلی آلی آنهائی هستند که دارای آلات و
اعضا باشند و بنابراین تولد و تغذیه و رشد و مرگ دارند مثل نباتات
و حیوانات غیر آلی آنهائی هستند که آلات و اعضا ندارند تولد و تغذیه و رشد
و مرگ ندارند و اگر کسی متعرض آنها نباشد همیشه بحال خود باقی خواهند بود
مثل سنگ و آهن و آب و بخار و غیرها آلی و غیر آلی را نامی و غیر نامی نیز میگویند

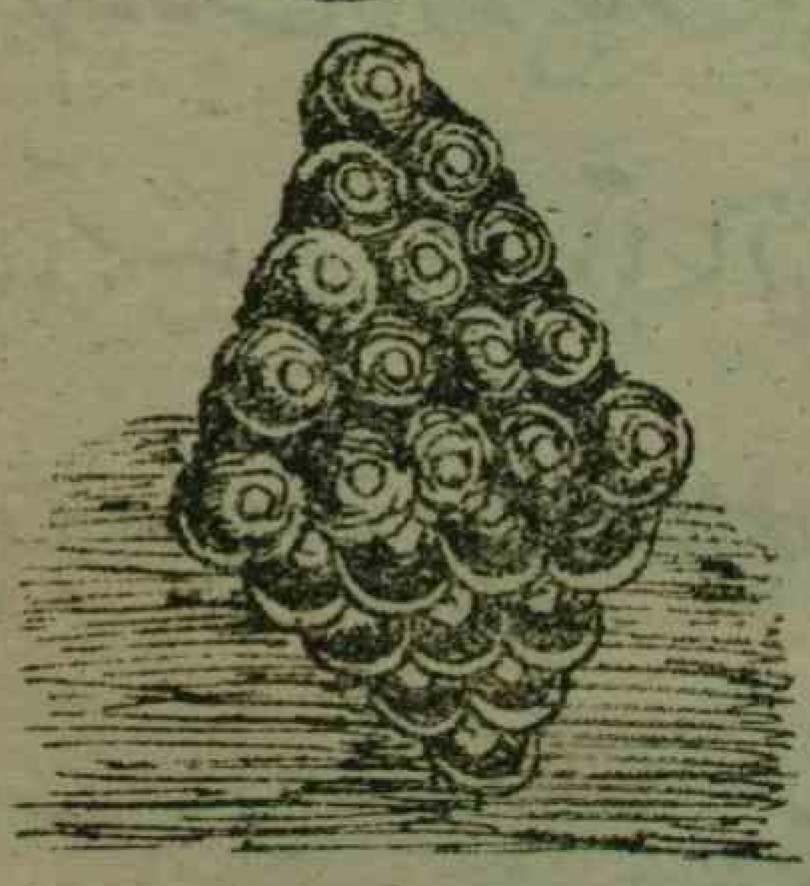
تعریف علم فیزیک

علم فیزیک (یعنی علم طبیعت) معرفت آثاری است که در اجسام غیر آلی بروز میکند و در طبیعت آنها تغییر کلی نمیدهد و این قسم آثار را آثار فیزیکی گویند مثل سقوط جسم و گرم و سرد شدن آن ولی آثاری را که در اجسام تغییر کلی دهد مثل سوختن آنها را آثار شیمیائی گویند و ربطی بعلم فیزیک ندارد بلکه موضوع علم شیمی است

(ذرات و خلل و فرج)

اجسام مرکبند از قطعات بسیار کوچک که آنها را ذرات گویند ش ۱ و این ذرات بقدری کوچکند که بچشم نمیآیند بلکه با ذره بین هم آنها را نمیتوان دید و در یک سر سوزن از جسم چندین هزار هزار از ذرات موجود است ولی این ذرات هم با وجود کوچکی مرکب از اجزائی میباشند که آنها را اجزاء لایتجزی گویند یعنی اجزائی

(ش ۱)



اجتماع گلولهای توپ خیلی شبیه است باجتماع ذرات که تشکیل جسم را میدهند

که تجزیه پذیر نیستند و اجزاء لایتجزی باهم جمع شده ذره میسازند و ذرات مجتمع گشته تشکیل جسم میدهند

ذرات اجسام بیکدیگر نچسبیده اند بلکه مابین آنها فاصله های بسیار کوچک است
که آنها را خلل و فرج گویند خلل و فرج اجسام هم بقدری کوچک است که با چشم
دیده نمیشود ولیکن ببعضی عملیات ظاهر میگردد چنانکه هرگاه چوب یا سنگی را اندکی
در مایع رنگینی نگاه بدارند بعد بیرون آورده بتراشند دیده میشود که رنگ مایع بدرون
جسم نفوذ کرده و البته این بواسطه خلل و فرج جسم واقع شده است



(شکل ۱)

(حالات مختلفه اجسام)

اجسام سه حالت دارند جامد مایع بخار

جسم جامد آنستکه سخت باشد و باسانی نتوان آنرا تغییر شکل داد و این قسم از اجسام
شکل و حجم معین دارند مثل سنگ و چوب و آهن



(شکل ۲)

مایعات اجسامی هستند که باسانی تغییر شکل
میدهند و ذرات آنها زود حرکت میکند
و باین واسطه شکل معین ندارند بلکه همیشه شکل
ظرف خودشان را اختیار میکنند

هوا بشکل حباب از بطری در نقطه (ل) بیرون میاید هوا بخار است

ولی حجم معین دارند یعنی بی جهت

بزرگ و کوچک نمیشوند مثل آب و سرکه

بخارات اجسامی هستند که ذرات آنها متصل میخواهند از یکدیگر دور شوند نه شکل معین دارند نه حجم مخصوصی و در هر ظرف که باشند شکل آن ظرف را اختیار می کنند و مقدار کمی از بخار ظرف بزرگی را پر میکند مثل هوا و بخار آب (س ۳)

امروزه معلوم شده است که همه اجسام میتوانند دارای حالات ثلثه مذکوره بشوند یعنی هر جامدی ممکن است مایع و بخار شود و هر مایعی ممکن است جامد یا بخار گردد و هر بخاری هم ممکن است بصورت مایع یا جامد در آید جز اینکه بعضی اجسام بآسانی تغییر حالت میدهند مثل آب که مایع است ولی بجزئی حرارتی بخار میشود و بجزئی برودتی جامد یعنی یخ میشود و بعضی دیگر تغییر حالتشان مشکل است

(خواص عمومی اجسام)

اجسام خاصیتهائی دارند که چون در تمام آنها یعنی چه جامد چه مایع چه بخار مشترکست آنها را خواص عمومی اجسام میگویند خاصیتهای مزبور از اینقرار است (حیز) (قابلیت تقسیم) (تخلخل) (عدم تداخل) (قابلیت تراکم) (قابلیت ارتجاع) (جبر)

(حیّز)

عبارت است از مکانی که جسم در فضا متصرف است و هیچ جسمی بدون حیز ممکن نیست پس حیز داشتن یکی از خواص عمومی اجسام است و باین جهت است که تمام اجسام اگرچه بسیار کوچک هم باشند دارای ابعادند یعنی عرض و طول و عمق دارند حتی اینکه این خاصیت لازمهٔ جسم و جزء تعریف آن است و میتوان گفت جسم چیزی است که دارای ابعاد یعنی عرض و طول و عمق باشد

(قابلیّت تقسیم)

عبارتست از اینکه هر جسمی ممکن است بقطعات کوچک تقسیم شود زیرا که تمام اجسام مرکب از ذرات میباشند و این خاصیت اجسام آثار عجیب ظاهر میسازد یعنی بدرجهٔ جسم را میتوان تقسیم کرد که بتصور نمیآید مثل اینکه یک گندم جوهر قرمز که در آب بریزند برای ملوّن کردن آب منقسم بدویست کرور اجزا میشود

(تخلخل)

خاصیتی است در اجسام که بین ذرات آنها فواصل بسیار کوچک است که آنرا خلل و فرج گویند و سابقاً ذکر کرده ایم (داشتیم) هر گاه خلل و فرج جسم وسعت یابد

حجم آن زیاد میشود یعنی منبسط میگردد و این حال بواسطه حرارت دست میدهد
و برعکس هروقت بواسطه برودت یا فشار خلل و فرج اجسام کوچک شد ذرات
ذرات آنها بهم نزدیک شده حجم جسم کم میشود و میگویند جسم تراکم یا منقبض شده است

(عدم تداخل)

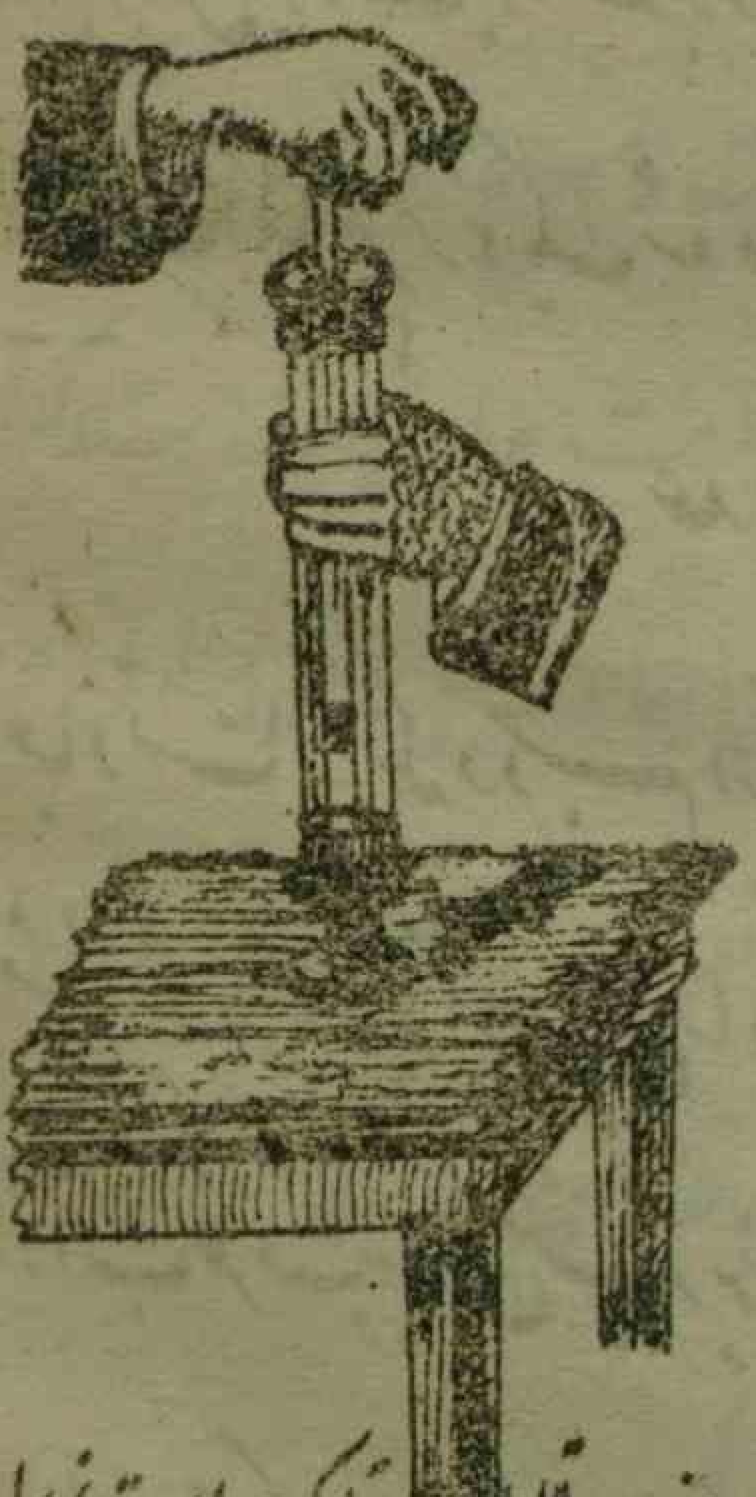
عبارتست از اینکه دو جسم در آن واحد نمیتوانند یک مکان را متصرف شوند
مثل اینکه هرگاه بخواهیم جسمی را در ظرف مملو از آب داخل کنیم ناچار مقداری
از آب ظرف بیرون میریزد و هروقت به بینیم جسمی داخل جسم دیگر شده نه
این است که این دو جسم تداخل کرده اند بلکه ذرات یکی ما بین ذرات دیگری
قرار گرفته است

(قابلیّت تراکم)

نتیجه تخلل اجسام است یعنی چون ما بین ذرات اجسام فاصله هاست هرگاه بسببی
مثل برودت یا فشار این فاصله ها کوچک شود جسم تراکم میکرد یعنی حجم
آن کم میشود و همین خاصیت تراکم در اجسام دلیل وجود خلل و فرج است
بخارات از تمام اجسام بیشتر قابلیّت تراکم دارند بعد مایعات قبول تراکم مشان

خیلی کم است جامدات مختلفه بعضی
بسیار کم قابلیت تراکم دارند مثل
فلزات و بعضی بالنسبه بیشتر مثل چوب
پنبه

(ش ۴)



این عمل برای نمودن قابلیت تراکم هواست زیرا
هوائیکه ابتدا تمام لوله را پر کرده بود حالا فشرده شده
و فقط جزء کمی را از پائین لوله متصرف است

قابلیت ارتجاع

خاصیتی است در اجسام که چون
بواسطه فشار یا امتداد یا پیچش یا
انحناء از حال خود خارج شوند میل
دارند که بعد از رفع سبب دوباره بحالت
اول رجعت کنند و همین خاصیت است که در ساختن کالسکه ها و چرخها و صندلیهای
فنری و بسیاری از مواقع دیگر بکار میبرند

گلوله عاج یا مرمر یا شیشه را هرگاه از محل مرتفعی رها کنند چون بزمین خورد باز
برمیجهد و این نتیجه قابلیت ارتجاع آن است باین معنی که گلوله چون بقوت بزمین
میخورد یک اندازه از شکل اول خود خارج شده پهن میشود ولی بواسطه خاصیت

ارتجاع فوراً میخواهد بحال اوّل خود عود کند و ذرات آن دوباره جمع میگردد

و چون این امر هم باکمال سرعت انجام میگیرد و سبب میشود که گلوله یک مقداری

بالا می جهد

بخارات از تمام اجسام ارتجاعشان بیشتر است و بعد از آنها فولاد و فنر

و عاج و شیشه و مرمر

و پشم میباشد

(ش ۵)



تیغهٔ فولادی را که منحنی کرده اند اگر رها کنند باز راست میشود یعنی قابل ارتجاع است

(جبر)

خاصیتی است در

اجسام که باختیار خود

نمیتوانند از حرکت بسکون و از سکون بحرکت آیند یعنی جسم اگر متحرک است دائماً

بهمان حرکت در همان جهتی که دارد متحرک خواهد بود و اگر ساکن است همیشه

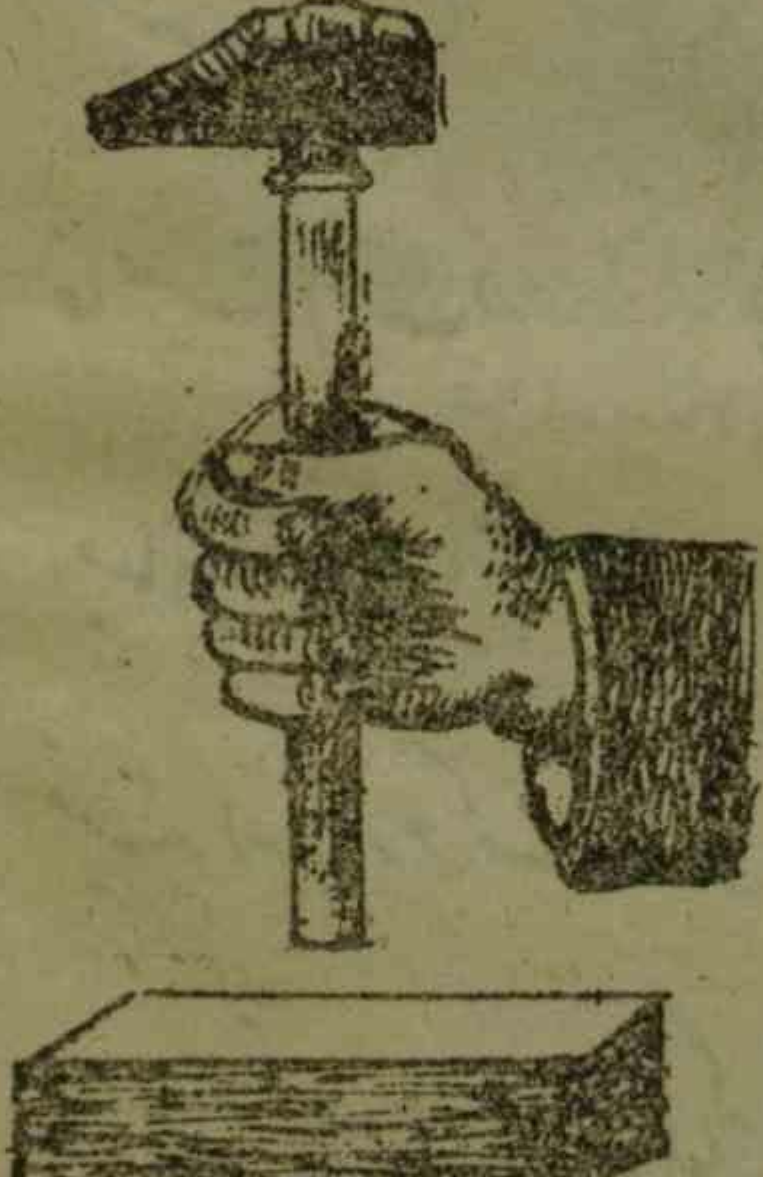
بهمان حال باقی خواهد ماند

دوام جسم بحال سکون ظاهر است و محتاج بدلیل نیست اما بقای بر حرکت

بنظر غریب می آید زیرا که غالباً دیده ایم اجسام متحرک ساکن میشوند یا تغییر سرعت و

جهت پیدا نشد ولی باید دانست که ساکن شدن جسم متحرک یا تغییر سرعت و جهت
آن علتهای خارجی دارد مثلا هر وقت گلوله را روی زمین بغلطانیم بعد از مدتی
متوقف خواهد شد علت آن اصطکاک گلوله است با زمین که حرکت آن را بطی
کرده و عاقبت آن را ساکن نموده است و اگر میتوانستیم آن گلوله را طوری بغلطانیم
که اصطکاک پیدا نکند و مانع دیگر در پیش نبود با همان سرعت در همان جهتی که اول باو
داده بودیم حرکت میکرد

(ش ۵)



تیشه را بواسطه کوبیدن دسته محکم میکنند
این بواسطه خاصیت جبر است

خاصیت جبر نتایج بسیار دارد مثلا شخصیکه
در حین حرکت کالسکه پیاده شود بزمین میخورد
این بواسطه جبر است زیرا که آن شخص سر تنش
دارای حرکت کالسکه بوده و پای خود را بزمین
گذاشته و بی‌حرکت ساخته لهذا سرش که متحرکست
اسباب سقوط او میشود همچنین کسی که تند راه میرود
چون پای او بمانعی برخورد بزمین میافتد و این
هم بواسطه جبر است سوراخ شدن اجسام بواسطه تیر یا گلوله نیز بواسطه جبر است (ش ۶)

(جاذبه و دافعه)

مذکور داشتیم که اجسام متصل واحد نیستند و هریک مرکب از ذرات متباعدند حال باید بدانیم

که چگونه میشود این ذرات از یکدیگر منبسط پاشند و شکل اجسام بهم نمیخورد علت این مسئله است

که این ذرات همواره در تحت دو قوه اند یکی قوه جاذبه دیگری قوه دافعه

قوه جاذبه این است که ذرات اجسام همواره یکدیگر را جذب می کنند و میخواهند بهم بچسبند

و برعکس قوه دافعه یعنی قوه دیگری در آنها است که از حرارت تولید میشود و بواسطه این

قوه ذرات اجسام یکدیگر را دفع میکنند و میخواهند از هم دور شوند قوه جاذبه باعث

این میشود که ذرات از هم نپاشند و قوه دافعه باعث این میشود که ذرات بهم نچسبند

هر جسمی که قوه جاذبه آن بر دافعه غلبه داشته باشد سخت میشود و حال جامد پیدا میکند و

اگر دافعه بر جاذبه غلبه کرد ذرات از یکدیگر دور میشوند و حال بخار را پیدا میکنند و هرگاه

نه جاذبه غالب باشد نه دافعه جسم بحال مایع در می آید

(قوه حرکت و کار)

(قوه)

چون معلوم شد که اجسام بدون سبب از سکون بحرکت و از حرکت بسکون نمی آیند پس

هر وقت جسمی را ببینیم که از حرکت بسکون و یا از سکون بحرکت آمده میدانیم علتی داشته و هر علتی که جسم متحرک را ساکن یا جسم ساکن را متحرک نماید یا حرکتی را تغییر دهد قوه گویند

قوه بسه چیز مشخص میشود (۱) نقطه اثر آن (۲) جهت آن (۳) کمیت آن

اسبی که به کالسکه بسته و کالسکه را می کشد این هر سه چیز را ظاهر میسازد قوت بدن اسب قوه است نقطه اثر آن محلی است که اسب بکالسکه بسته شده جهت قوه عبارتست از امتداد خطی که کالسکه سیر میکند کمیت آن قوه عبارت است از مقدار قوه بدن اسب

دو قوه هرگاه در یک مدت یک نتیجه بخشند آن دو قوه را متساوی گویند و هرگاه یک قوه در مدت واحد معادل دو قوه یا سه قوه یا چهار قوه متساویه نتیجه بخشد گویند آن قوه دو برابر یا سه برابر یا چهار برابر دیگری است

کمیت قوی را بمقیاس وزن تعبیر می کنند یعنی میگویند فلان قوه معادل یک کیلوگرم یا پنج کیلوگرم یا بیست کیلوگرم است زیرا که وزن اجسام هم نتیجه قوه ایست که بعدها باسم قوه ثقل مذکور خواهیم داشت

هرگاه دو قوه متساوی از دو جهت مخالف بر یک جسم وارد بیاید جسم ساکن بماند و آن دو قوه یکدیگر را خنثی می کنند این حال را تعادل قوی گویند

(حرکت)

حرکت عبارتست از تغییر مکان و آن یا مستقیم است یا منحنی

حرکت مستقیم آنست که معبر جسم خط مستقیم باشد مثل حرکت جسم ساقط

حرکت منحنی آنست که معبر جسم خط منحنی باشد مثل حرکت اسب در میدان اسب دوانی

و حرکت گلوله توپ (ص ۷)

هر کدام ازین دو قسم حرکت ممکن است متشابه باشند یا متفاوت



(ص ۷)

خطی که گلوله پیموده معبر آن است و منحنی است

حرکت متشابه آنست که جسم در مدتهای متساویه فواصل متساویه بپیماید در اینصورت مسافتی را

که جسم در واحد زمان طی میکند سرعت آن مینامند

حرکت متفاوت آنست که سرعت جسم در اوقات مختلف تفاوت کند یعنی تند و کند شود

حرکت متفاوت ممکن است مسرعه یعنی سرعت آن رو بازدیاد باشد یا مبطئه یعنی سرعت

آن رو به نقصان باشد

حرکت مسرعه متشابه حرکت جسمی است که سرعت آن بیک میزان زیاد شود مثلاً ثانیهٔ اول پنج ذرع باشد ثانیه دوم ده ذرع ثانیه سوم پانزده ذرع ثانیه چهارم بیست ذرع وقس علی ذلک وحرکت مبطئهٔ متشابه آن است که سرعت جسم بیک میزان رو بنقصان باشد مثلا ثانیه اول بیست ذرع باشد ثانیهٔ دوم پانزده ذرع ثانیه سوم ده ذرع وقس علی ذلک

(کار جر ثقیلی)

مقدار حرکتی که یک قوه بیک جسم میدهد آن را کار جر ثقیلی آن قوه نامند

مقدار کار جر ثقیلی هر قوه متناسب است با وزن جسمی که بواسطه آن قوه بحرکت آمده و ارتفاعی که آن جسم در ضمن حرکت در یک ثانیه پیدا کرده است مثلاً هرگاه یک قوه جسم یک منی را در یک ثانیه یک ذرع بالا برد مقداری کار کرده است هرگاه قوه دیگر جسم یک منی را در یک ثانیه دو ذرع بالا برد یا آنکه جسم دو منی را یک ذرع بالا برد دو برابر قوه اول کار کرده است

مقدار کار جر ثقیلی یک قوه را که در یک ثانیه جسم یک کیلوگرمی را بیک متر ارتفاع برساند واحد کار جر ثقیلی قرار داده‌اند و کیلوگرمتر نامیده‌اند

قوه که هفتاد و پنج کیلوگرمتر کار بتواند بکند اسب بخار میگویند مثلا هرگاه بگویند فلان ماشین

یک اسب بخار قوه دارد معنی آن اینست که میتواند هفتاد و پنج کیلوگرم را در یک ثانیه بیک متر ارتفاع بالا برد یا اینکه یک کیلوگرم را در یک ثانیه هفتاد و پنج متر ارتفاع برساند

(اهرم)

اهرم آلتی است برای حرکت دادن اجسام و عبارتست از میله که در دور نقطه بحرکت و بر یک سر آن قوه محرکه وارد میآید و بر سر دیگر مقاومت جسمی که میخواهیم حرکت دهیم ش ۸ نقطه که اهرم در دور آن حرکت میکند نقطه اتکاء و آن سری که قوه محرکه وارد میآید محل قدرت و سر دیگر را مقاومت نامند

(ش ۸)



اهرم

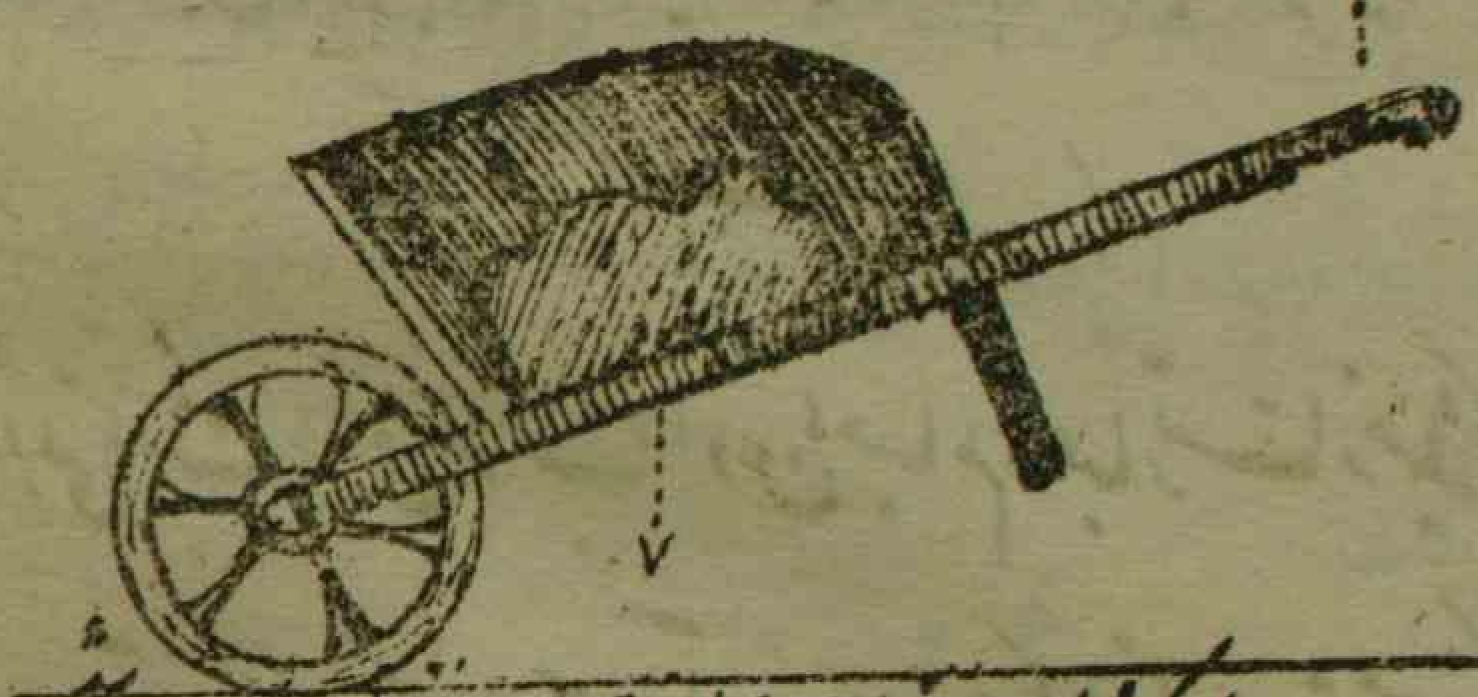
غالب حرکاتی را که ما مشاهده میکنیم بواسطه اهرم واقع میشود و اهرم بر سه قسم است اهرم نوع اول آنست که نقطه اتکاء آن مابین قدرت و مقاومت واقع شود مثل اهرم سابق الذکر ترازو و مقراض هر دو اهرم نوع اول میباشند

اهرم نوع دوم آنستکه مقاومت مابین قدرت و اتکا باشد مثل عراده یک چرخه بارکش

(س ۹)

اهرم نوع سیم آنست که قدرت واقع شده باشد

(س ۹)



بارکش اهرم نوع دویم است زیرا نقطهٔ اتکاء میباشد

مابین مقاومت و نقطهٔ اتکا مثل ابرو چرخ چاقو تیزکن (س ۱۰)

(س ۱۰)



چرخ چاقو تیزکنی اهرم نوع سیم است نقطهٔ (ل) محل اتکا نقطهٔ (ج) محل قدرت نقطهٔ (ه) محل مقاومت

فاصلهٔ مابین نقطهٔ اتکاء و قدرت را بازوی قدرت گویند و فاصلهٔ ما بین نقطهٔ اتکا و مقاومت را بازوی مقاومت بنابراین در اهرم نوع اول دو بازوی اهرم ممکن است متساوی باشند یا آنکه یکی از آنها بزرگتر از دیگری باشد در اهرم نوع

دوم بازوی قدرت همیشه بلندتر از بازوی مقاومت در اهرم نوع سوم بازوی

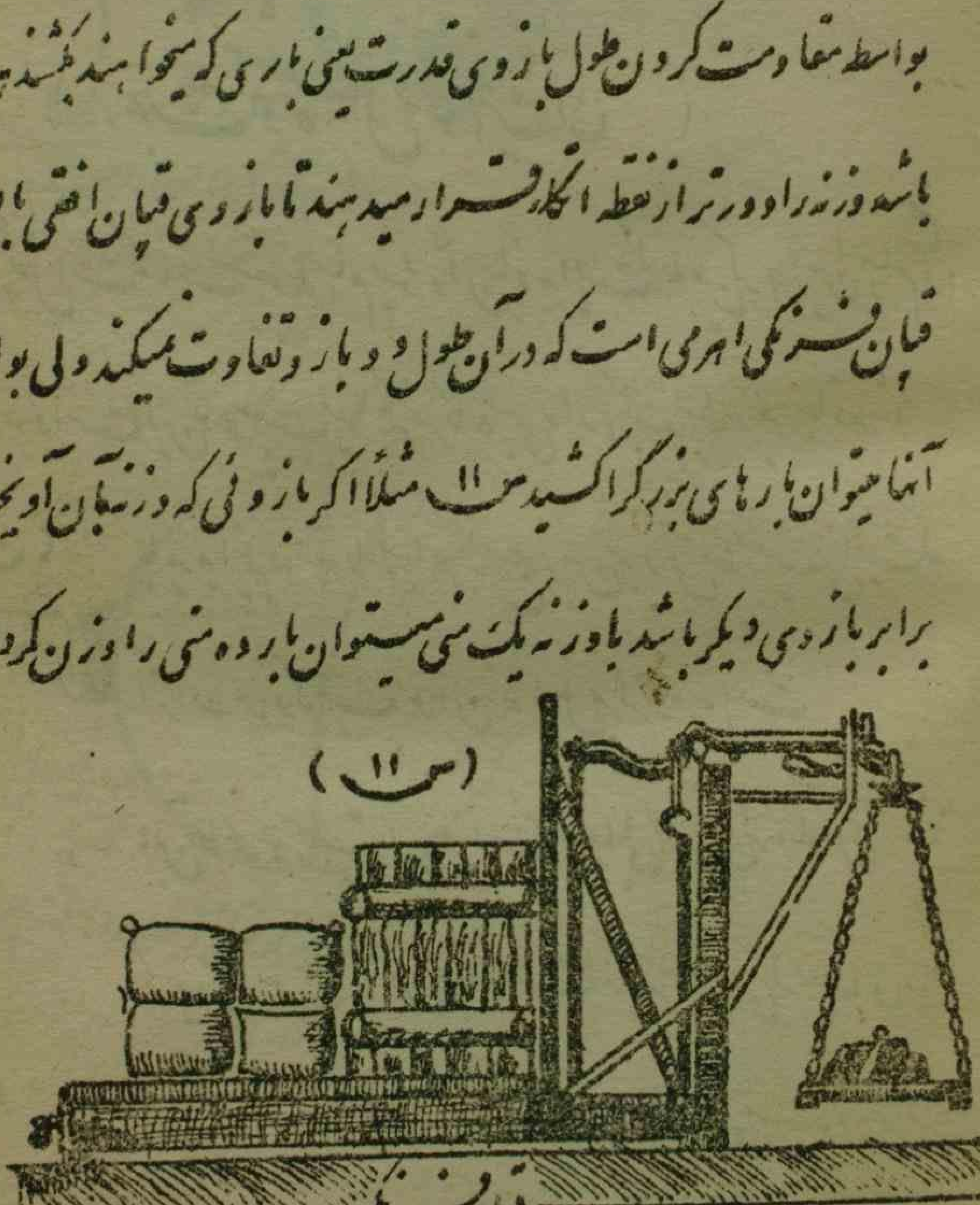
مقاومت در هر حال بزرگتر از بازوی قدرت است

باید بخاطر داشته باشیم که هرچه بازوی قدرت بلندتر باشد اثر آن بیشتر است یعنی با قدرت کم میتواند کار زیاد صورت دهد بنابراین در اهرم نوع دوم اثر قدرت زیاد است و در اهرم نوع سیم اثر قدرت کم

قپان ایرانی اهرمی است که در او با وزنه واحد بارهای مختلف الوزن میتوان کشید بواسطه متفاوت کردن طول بازوی قدرت یعنی باری که میخواهند بکشند هرچه سنگین تر باشد وزنه را دورتر از نقطه اتکا قرار میدهند تا بازوی قپان افقی باشد

قپان فرنگی اهرمی است که در آن طول دو بازو تفاوت نمیکند ولی بواسطه عدم تساوی آنها میتوان بارهای بزرگ را کشید (س ۱۱) مثلاً اگر بازوئی که وزنه بآن آویخته میشود ده برابر بازوی دیگر باشد با وزنه یک منی میتوان بار ده منی را وزن کرد

(س ۱۱)



قپان فرنگی

باب اول جاذبه زمین

فصل اول قوه ثقل

(جهت قوه ثقل و قوانین آن)

یکی از قوا قوه ثقل است که باعث سقوط اجسام میشود و آن جاذبه ایست که مابین کره زمین و اجسام واقع
در سطح آن موجود است و این قوه سبب میشود که هرگاه جسمی را رها کنند بسطح زمین ساقط شود

باید بدانیم که سقوط اجسام بر سطح زمین بر وفق خط معینی است که (س ۱۲)

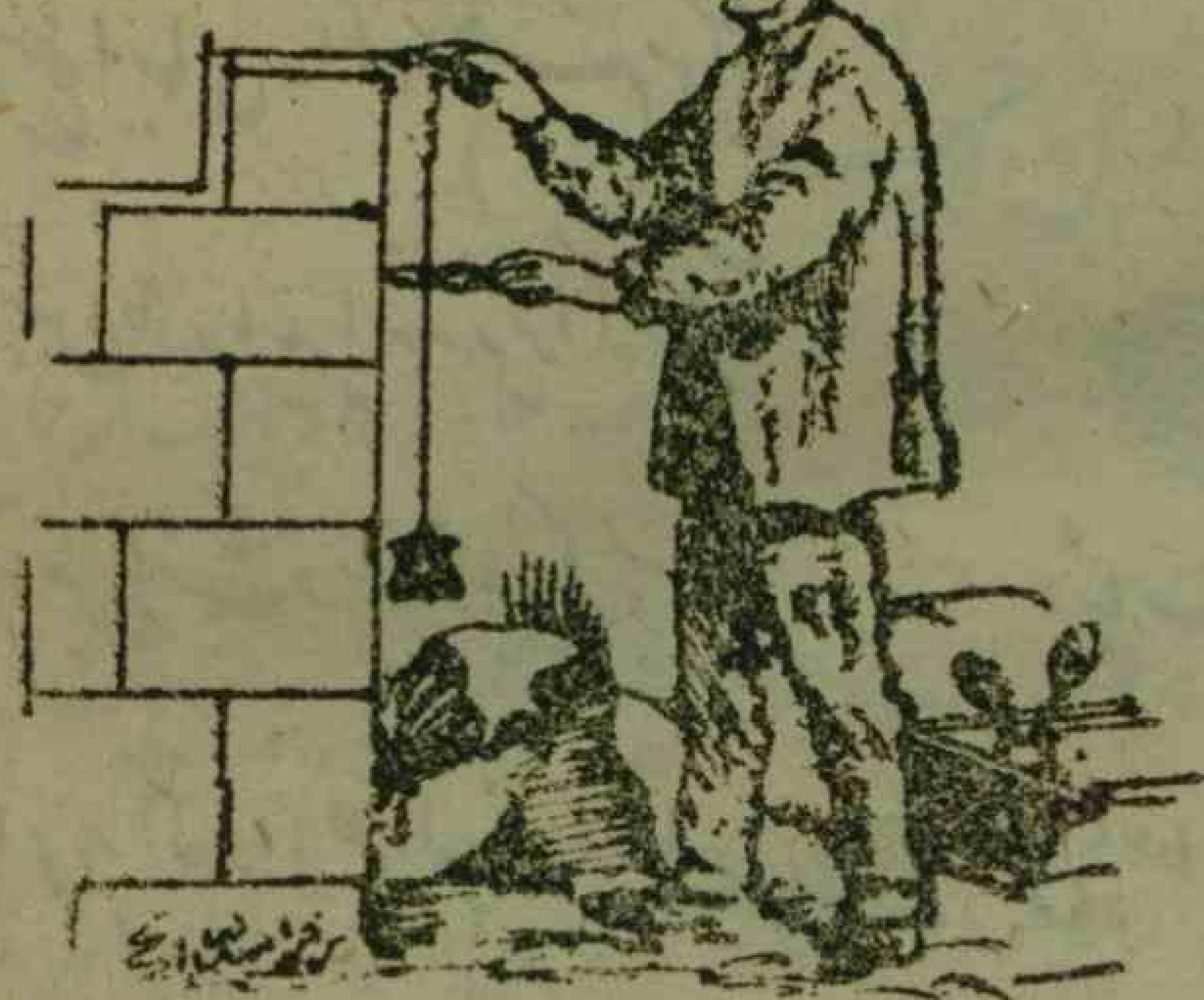


شاقول

آنرا خط عمود گویند و آن خط مایل بمرکز زمین است
این خط عمود را میتوان بواسطه اسبابی محسوس کرد که آنرا شاقول
گویند س ۱۲ و آن عبارتست از جسم سنگینی که بمنتهای ریسمانی
آویخته باشند هرگاه شاقول را نگاه دارند و آن جسم را از زمین
رها کنند ریسمان شاقول امتداد خط عمود پیدا میکند و بواسطه همین خاصیت است

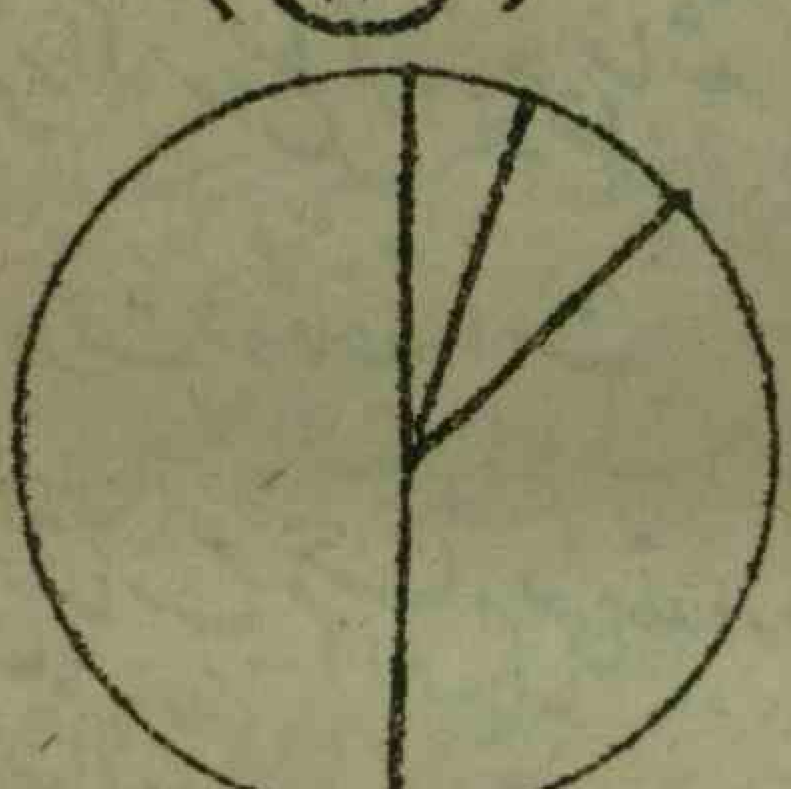
که برای استقامت
دیوارها این اسباب را
بکار میبرند (س ۱۳)
چون در تمام نقاط
زمین سقوط اجسام
مایل بمرکز است پس
همه جا خطوط عمود با هم
موازی نیستند لکن چون
کره زمین بسیار بزرگست
در نقاطی که از هم دور
نباشند میتوان خطوط
عمود را موازی دانست
(س ۱۴)

(س ۱۳)



بواسطهٔ شاقول دیوار را راست
بالا میبرند

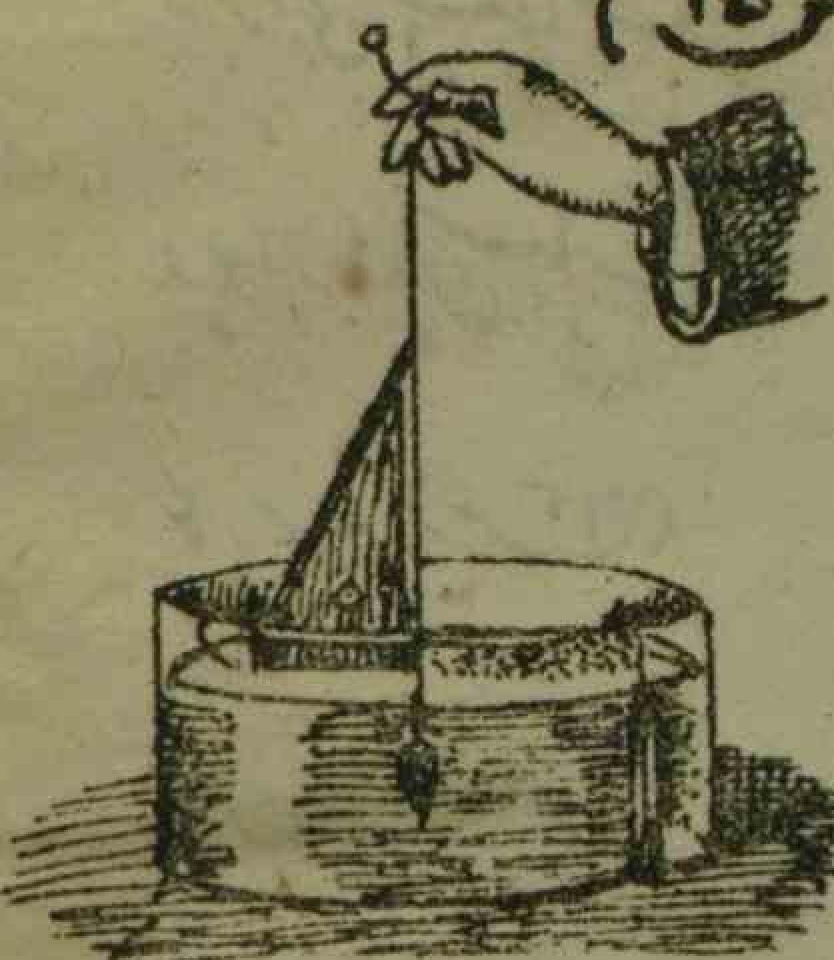
(س ۱۴)



چون خطوط عمود همه بمرکز زمین میروند پس با هم
موازی نیستند

خط عمود بر سطح آبهای راکد زاویه قائمه احداث میکند س ۱۵ و بآن [illegible] گویند

(ش ۱۵)



اثبات عمود بودن شاقول بر سطح آب راکد

جهت سقوط اجسام یا امتداد شاقول بر
سطح آبهای راکد عمود است و از اینجا معلوم
میشود که سطح آبهای راکد با هم موازی
نیستند و همین طور باید باشد زیرا که سطح آنها
جزو سطح زمین است و سطح زمین کرویست
سطح آبهای راکد را افقی گویند و بنابراین سطح افقی یا خط افقی بر امتداد شاقول
عمود است و در روی زمین سطوح کوچک را مثل سطح یک اطاق و یک حیاط
میتوان گفت افقی است اما سطوح بزرگ مثل ممالک وسیعه یا دریاهای عظیمه افقی نیستند
بلکه منحنی میباشند زیرا که جزو سطح کرهٔ زمین میباشند
قوهٔ ثقل یا قوهٔ جاذبه در تحت دو قاعده است
قاعدهٔ اول قوهٔ ثقل بتناسب جرم اجسام یعنی مقدار مادهٔ آنها ثابت مثلاً هرگاه جسمی مقدار
ماده‌اش دو برابر جسم دیگر باشد قوهٔ جاذبهٔ آن دو برابر دیگری خواهد بود و اگر مقدار
مادهٔ جسم سه برابر باشد قوهٔ جاذبهٔ آن نیز سه برابر است
قاعدهٔ دوم قوهٔ ثقل نسبت معکوس دارد با مجذور فوصل اجسام یعنی هرگاه فاصلهٔ بین دو جسم

دو برابر زیاد شود قوه جاذبه آنها چهار برابر کم میشود و اگر فاصله سه برابر زیاد شود جاذبه نه برابر کم میشود

(وزن اجسام)

وزن اجسام نتیجه قوه جاذبه زمین است یعنی بتوسط قوه جاذبه تمام اجسام مایلند که بسطح زمین سقوط کنند و هرگاه در این سقوط مانعی رومی دهد بر آن مانع فشار وارد میآورند تا اگر ممکن شود آن را رفع نموده بمقصد برسند و این فشار که اجسام بر مانع سقوط خودشان وارد میآورند عبارتست از وزن آنها و بدین جهت است که قوه جاذبه زمین را قوه ثقل گویند زیرا که ثقل بزبان عربی بمعنی سنگینی است

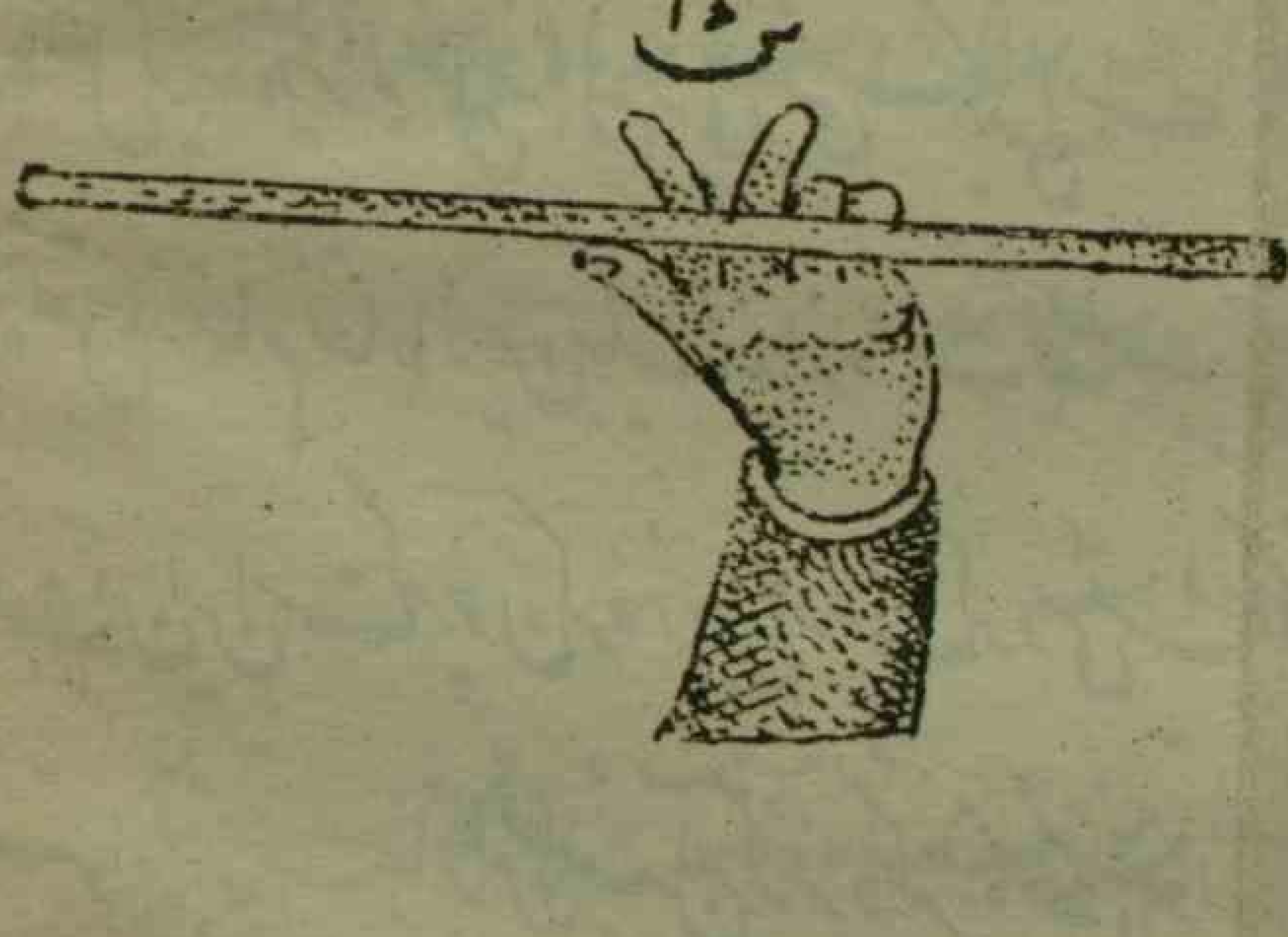
قوه ثقل در تمام نقاط زمین بیک اندازه نیست در قطبین بیشتر است تا در خط استوا و یک علت آن این است که چون کره زمین درست کروی نیست بلکه قطبین آن فرورفتگی دارد و خط استوا برجسته است بنابراین قطبین بمرکز نزدیکتر ند تا خط استوا و قوه ثقل چون بر و برش در مرکز زمین است بالنسبه در قطبین شدیدتر است تا در خط استوا علت دیگر شدت قوه گریز از مرکز است در خط استوا و شرح آن در اینجا مناسب نیست

(مرکز ثقل)

مذکور داشتیم که ثقل اجسام نتیجهٔ قوهٔ جاذبهٔ زمین است بر ذرات آنها اگرچه عدد ذرات
جسم بسیار میباشد و در هر کدام از آنها قوهٔ جاذبه جداگانه وارد میآید لکن ثقل جسم بمنزلهٔ قوه
واحد است که همیشه در نقطهٔ معینی اثر آن بروز میکند و هرگاه در آن نقطه بتوان اثر قوهٔ جاذبه را
باطل نمود مثل اینست که قوهٔ جاذبهٔ زمین در تمام نقاط جسم باطل شود این نقطه را مرکز ثقل میگویند
یکی از خواص نقطهٔ مرکز ثقل اجسام اینست که اگر آنرا بر جائی متکی کنند جسم از
تحت اثر قوهٔ ثقل خارج میشود

اگر جسم شکل هندسی داشته باشد یافتن مرکز ثقل آن آسان است در خط مستقیم مرکز ثقل (ش ۱)

ش ۱



وسط آن است و در دائره
و کره مرکز آن و در مربع
و متوازی الاضلاع
مرکز ثقل در محل تقاطع
دو قطر آن واقعست

چون وسط چوب که مرکز ثقل آن است به انگشت متکی شده می ایستد

اما اگر جسم شکل هندسی نداشته باشد طریق یافتن مرکز ثقل آن این است که آنرا بریسمانی میاویزند
تا وقتیکه بطریق عمود ساکن شود و پس امتداد ریسمان را در خود جسم بتوسط خطی معین نمایند پس از آن

ثانیاً جسم را از نقطهٔ دیگر بطریق مذکور بیاویزند و امتداد ریسمان را در جسم معلوم نمایند (س ۱۷) البته

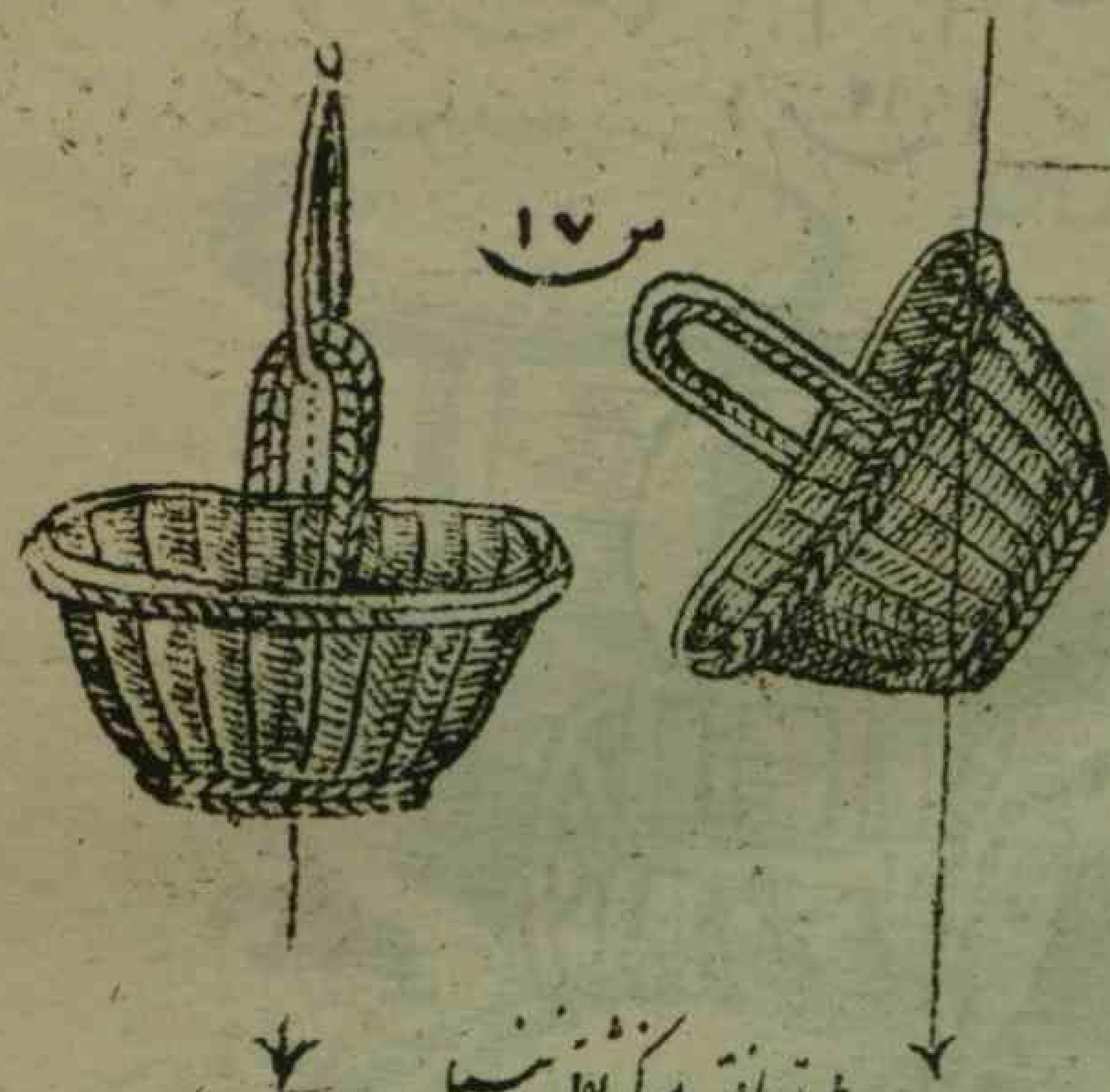
این دو خط در یک نقطه تلاقی خواهند

کرد آن نقطه مرکز ثقل آن جسم خواهد بود

مذکور داشتیم که هرگاه مرکز

ثقل جسم متکی شود جسم از تحت قوهٔ ثقل

خارج میشود و ساکن میگردد حال گوئیم



طریق یافتن مرکز ثقل زنبیل

لازم نیست که خود مرکز ثقل بر جائی متکی شود تا جسم ساکن گردد بلکه کافی است مرکز ثقل و نقطهٔ اتکاء جسم

بر روی یک خط عمود واقع شوند

سکون اجسام سه حالت دارد (پایدار)

(ناپایدار) (بی تفاوت)

سکون پایدار آنستکه هرگاه جسم را

جزئی حرکتی دهند دوباره بحال اول

سکون خود مراجعت نماید بعبارهٔ اخری

(س ۱۸)



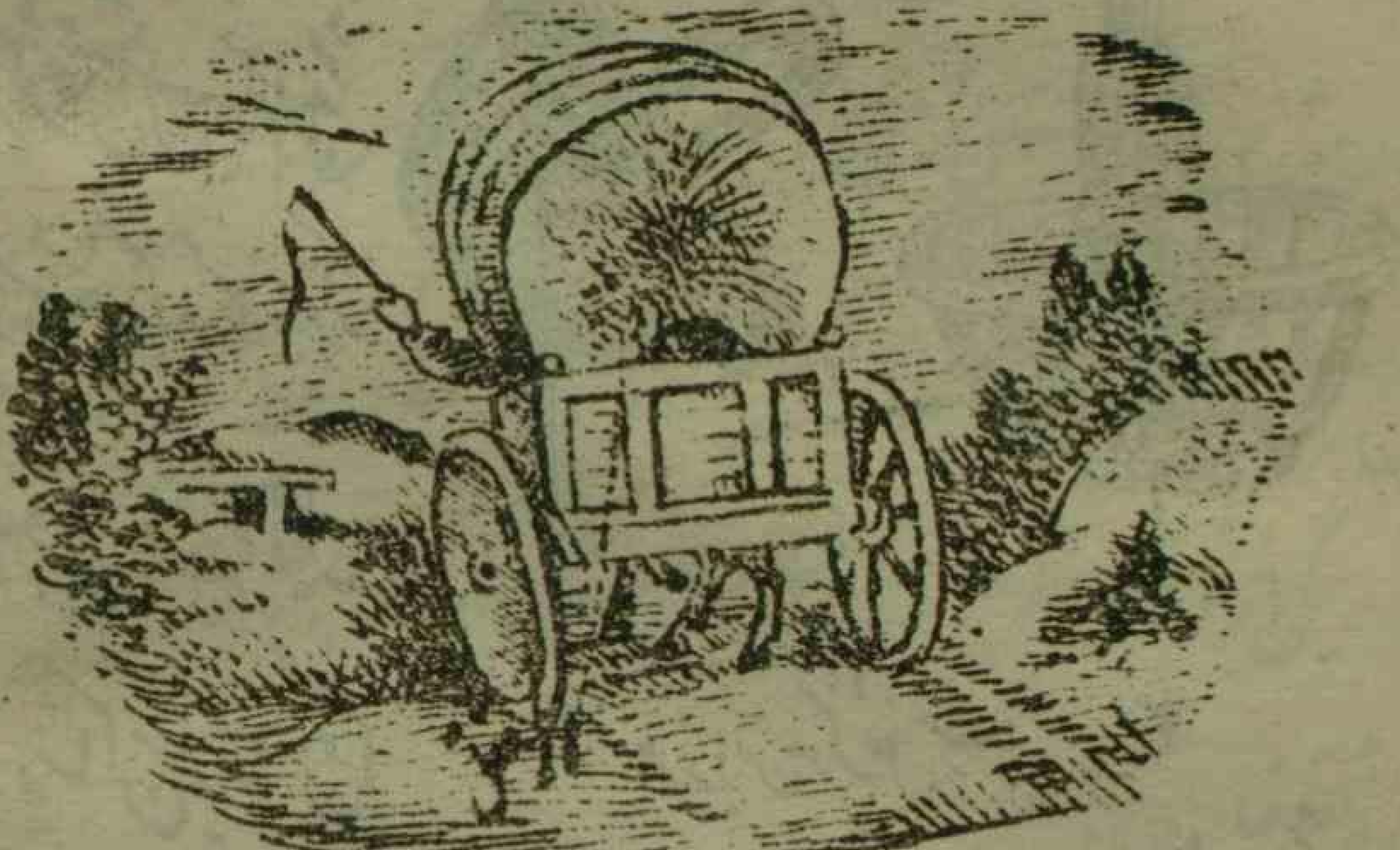
این کله قند دارای سکون ناپایدار است زیرا که قاعده کوچک و مرکز ثقل از قاعده دور است

این کلهٔ قند دارای سکون پایدار است زیرا که قاعدهٔ آن بزرگ و مرکز ثقل نزدیک بقاعده است

برودی از حال سکون و تعادل خارج نشود و در این صورت که قاعدهٔ جسم بزرگ و مرکز ثقل آن نزدیک بقاعده باشد (س ۱۸

سکون ناپایدار آنستکه هرگاه جزئی حرکتی بجسم دهیم از حال سکون خارج شود و اعتدال بهم خورد

(س ۱۹)



عراده کج شده بار میافتد زیراکه مرکز ثقل آن بالاست

واین درصورتیست که قاعده جسم کوچک یا مرکز آن بالا واقع شده باشد (س ۱۸)

و (س ۱۹) و (س ۲۰)

(س ۲۰)

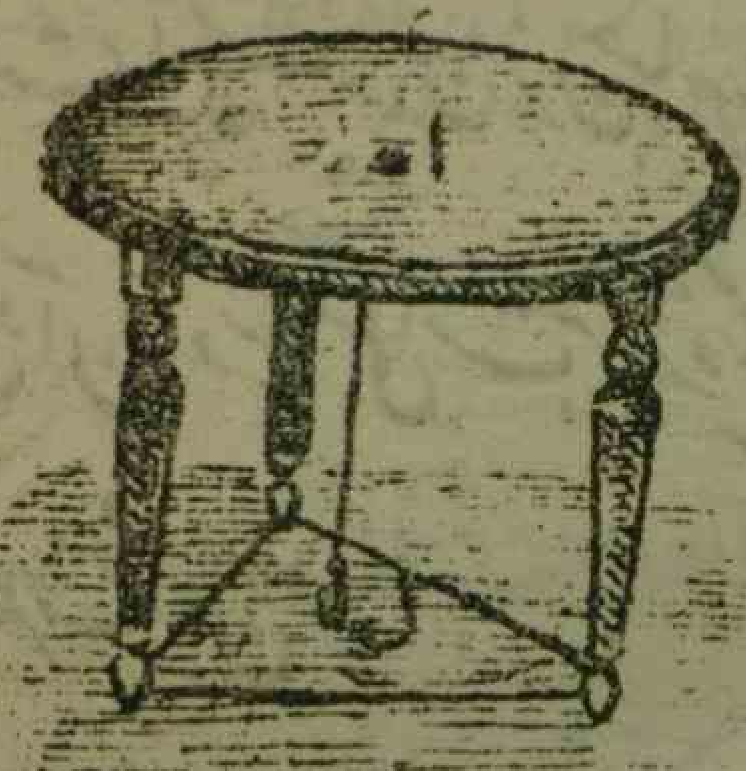


سکون بی تفاوت آنست که جسم را بهر قسم قرار میدهیم ساکن میشود واین درصورتی است که مرکز ثقل جسم با تمام نقاط آن یک فاصله داشته باشد مثل کره که بهر قسم قرار دهیم ساکن میشود

چوبیکه روی انگشت قرار داده اند یک نقطه تکاه بیشتر ندارد سکون او ناپایدار است

ممکن است که نقطه اتکاء جسم متعدد باشد حال اگر دو نقطه اتکاء داشته باشد برای اینکه آن

(س ۲۱)



جسم ساکن شود باید مرکز ثقل آن
بالای خط واصل مابین دو نقطه باشد
اگر نقطه اتکا بیش از دو نقطه باشد
باید هر گاه از مرکز ثقل آن خطی بر زمین
عمود کنیم در داخل آن نقاط واقع شود خط عمود (ال) در درون مثلث پایه میز
واقع است پس میز ساکن میشود

(س ۲۱)



(س ۲۲)

در انسان و حیوان
بواسطه تفاوت وضعیکه
در اعضای آنها پیدا میشود
مرکز ثقل جای معینی
ندارد و هر وقت
در یک محلی است

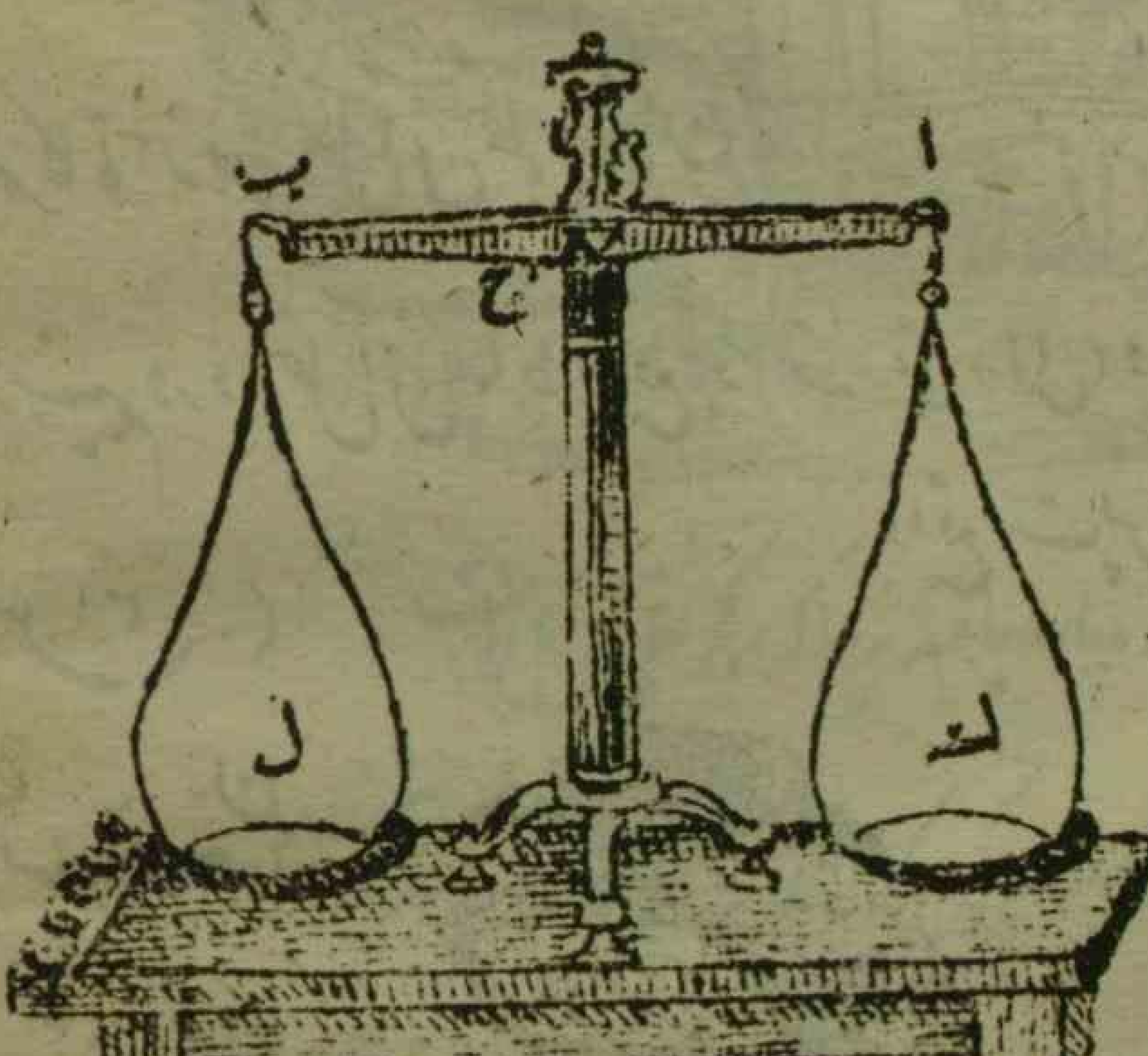
(س ۲۲)

(بواسطه تفاوت وضعی که در بدن این دو نفر است
مرکز ثقل بین آنها در نقاط مختلف است)

(ترازو)

آلتی است برای سنجیدن وزن اجسام بالنسبه بیکدیگر و عبارتست از تیغهٔ افقی که موسوم است بشاهین و آن در وسط متکی است بتیغهٔ دیگر و بطور سهولت میتواند دور آن حرکت بکند

(س ۲۳)



و در دو طرف شاهین دو کفه آویخته اند که در یکی از آنها جسم وزن کردنی را میگذارند و در کفهٔ دیگر وزنهائیکه مقیاس قرار داده اند

(س ۲۳) ترازو (اب) شاهین ترازو (ك ل) کفه های آن (ح) تیغه که شاهین روی آن است

ترازو اولاً باید صحیح باشد یعنی وزن اجسام را درست معین کند ثانیاً باید حساس باشد یعنی وزنهای خیلی کم در او محسوس شود

شرط صحت ترازو اینست که اولاً دو بازوی شاهین درست متساوی باشند ثانیاً کفه ها در حال

خالی بودن معادل یکدیگر باشند ثالثاً مرکز ثقل شاهین زیر نقطه اتکا باشد

شرط حساسیت ترازو آنست که اولاً مرکز ثقل شاهین نزدیک نقطه اتکا باشد ثانیاً شاهین باید

سبک باشد ثالثاً هرچه بازوهای شاهین طویل‌تر باشد حساس‌تر است

ممکن است با ترازوی غلط وزن اجسام را بطور صحت معلوم نمود باین طریق که ابتدا جسم

وزن کردنی را در یک کفه بگذارند و در کفه دیگر سنگ ریزه یا ساچمه یا چیزهای

دیگر بگذارند تا هر دو کفه باهم معادل شوند پس جسم وزن کردنی را برداشته بجای

آن وزنه قرار دهند تا وقتیکه دوباره کفه‌ها باهم معادل شوند این وزنها وزن جسم را معین

خواهند کرد و این طریق را توزین مضاعف گویند

فصل دوم سقوط اجسام

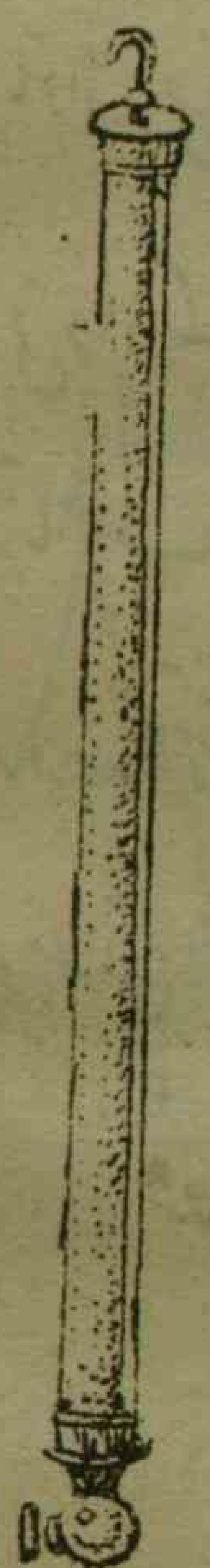
(قوانین سقوط اجسام)

در فصل اول گفتیم که سقوط اجسام بسبب ثقل اجسام یعنی جاذبه زمین است حال گوئیم که

سقوط اجسام در تحت سه قاعده است

اولاً تمام اجسام در خلاء بیک سرعت سقوط می‌کنند

ثانیاً فضائیکه جسم طی مینماید متناسب است با مجذور مدت سقوط آن یعنی اگر جسم در یک ثانیه چهار
ذرع به پیماید در دو ثانیه شانزده ذرع خواهد پیمود و در سه ثانیه سی و شش ذرع
(ص ۲۴)
می پیماید و هکذا



سقوط کاغذ و سرب در لوله خالی از هوا بیک سرعت است

ثالثاً سرعت مکتسبه جسم ساقط متناسب است با مدتیکه
آن جسم در حال سقوط بوده است یعنی هرگاه جسمی بعد از
یک ثانیه سقوط هشت ذرع سرعت مکتسبه پیدا کند بعد از
دو ثانیه سقوط شانزده ذرع سرعت خواهد داشت
و بعد از سه ثانیه بیست و چهار ذرع و قس علی ذلک
اثبات این قوانین را به تجربه نموده اند مثلاً برای اثبات
قانون اول یک لوله بر میدارند از شیشه بطول دو یا
ذرع که دو طرف آن بسته باشد (ص ۲۴) اما یکطرف
آن پیچی دارد که بواسطه آن پیچ میتوان لوله را متصل کرد
به آلت تخلیه هوا پس در این لوله یک قطعه کاغذ و یک ذره سرب میگذارند آنوقت می بینیم
اگر در همین حال لوله را حرکت دهیم سرب خیلی زودتر از کاغذ پائین میآید اما اگر ادخال هوای

لوله را خالی کنیم و بعد از آن لوله را بگردانیم می بینیم کاغذ و سرب بیک سرعت پائین بیایند پس معلوم میشود که تفاوت سرعت سقوط اجسام بواسطه هواست و اگر هوا نبود تمام اجسام بیک سرعت سقوط میکردند ولی هوا بسقوط اجسام کثیر الحجم قلیل الوزن مقاومت زیاد میکند بنابراین حرکت آنها را تعویق میاندازد

(پاندول)

پاندول عبارتست از جسم وزینی که برشته آویخته باشند و دور محوری متحرک باشد (س ۲۵) مادامیکه رشته پاندول عمودی باشد ساکن خواهد بود و چون آنرا از حال عمود خارج کنیم مثلا بنقطه (ا) بیاوریم (س ۲۶) دیگر ساکن نخواهد ماند و بواسطه قوه ثقل میل بسقوط خواهد کرد تا دوباره بنقطه (ل) برسد ولی بنابر صاحبت جبر و سرعت مکتسبه از نقطه (ل) تجاوز نموده بنای صعود را میگذارد تا تقریباً بنقطه (ب) که نظیر نقطه اول است میرسد و در این جا قوه جاذبه زمین بر سرعت مکتسبه غلبه میکند و او را متوقف میسازد ولی چون در اینجا هم از حال عمود خارج است مجدداً بنای

س ۲۵

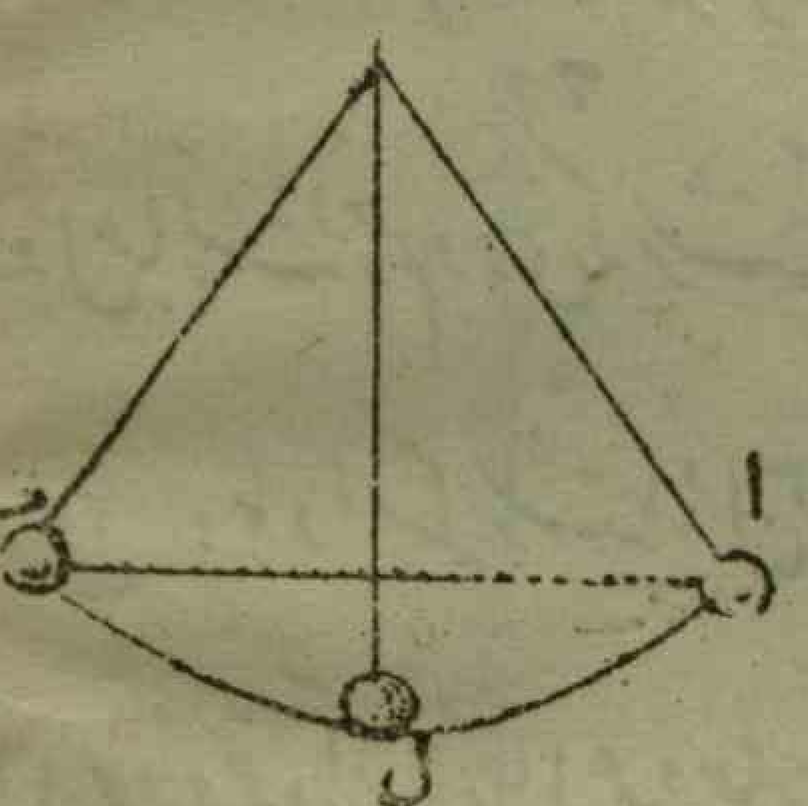


پاندول

(ج) جسم وزین (ن) نقطه محور

سقوط را میگذارد و باز از نقطه (ل) تجاوز میکند اما این دفعه چون قوه او کمتر است
بنقطه (ا) نرسیده بر میگردد و همچنین در هر دفعه که میرود و میآید از نقطه (ل)
تجاوز میکند تا عاقبت در همان نقطه ساکن شود (س ۲۶) این حرکت رفتن
و آمدن پاندول را نوسان مینامند
و نوسانهای پاندول در تحت چند
قاعده میباشد
اولاً قانون اتحاد زمان و آن اینست
که در یک پاندول یا دو پاندول
متساوی الطول نوسانهای

س ۲۶



(ترتیب نوسان پاندول)

کوچک متحد الزمان میباشند یعنی از ابتدای وقتی که پاندول ابتدای نوسان را میگذارد
تا وقتیکه ساکن میشود مدت نوسانها با یکدیگر تفاوت نمی‌کند
ثانیاً هرگاه طول پاندولها متساوی نباشند مدت نوسانها متناسب است با جذر طول
پاندول مثلاً هرگاه طول پاندولی نه برابر طول پاندول دیگر باشد مدت نوسان آن

سه برابر خواهد شد

ثالثاً هرگاه طول پاندولها متساوی باشند مدت نوسانها تعلقی بماده پاندول ندارد یعنی خواه پاندول از سرب باشد خواه از چوب اگر طول آن تفاوت نکند مدت نوسانهای آن تفاوت نمیکند

رابعاً در یک پاندول مدت نوسانها بنسبت جذر کمیت قوهٔ ثقل مکان است یعنی چون کمیت قوهٔ ثقل در نقاط مختلفهٔ روی زمین تفاوت دارد هرگاه مثلاً در یک نقطه کمیت ثقل نه برابر نقطهٔ دیگر باشد مدت نوسان پاندول در آن نقطه سه برابر کمتر از نقطهٔ دیگر است

بواسطهٔ اینکه نوسانهای پاندول متحد الزمانند این اسباب را برای تنظیم حرکت ساعت بکار برده اند

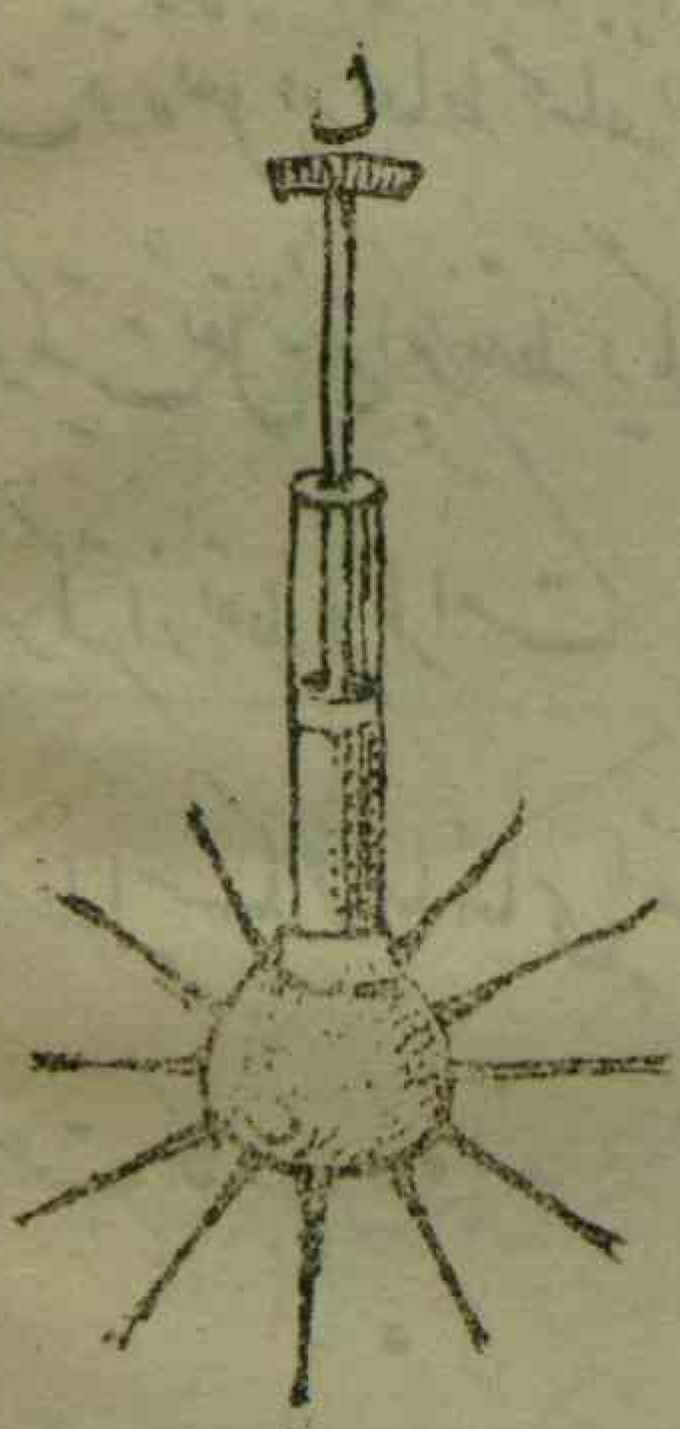
فصل سیم

(فشار مایعات)

مایعات بواسطهٔ حرکات ذراتشان خاصیت غریبی دارند و آن این است که هرگاه فشاری بیک نقطهٔ آنها وارد آید آن فشار بتمام نقاط آنها منتقل میشود چنانکه

هرگاه در ظرفی چندین منفذ قرار دهیم و هر یک از آنها را با چوب پنبه به بندیم چون بر یکی ازین چوب پنبه ها فشار وارد آوریم تمام چوب پنبه های منافذ دیگر از جای خود در میروند (ش ۲۷) پس معلوم میشود که این فشار بر تمام نقاط آن مایع منتقل شده است

ش ۲۷



باید دانست که فشار منتقل متناسب است با سطوحی که فشار بر آنها وارد میاید یعنی بر یک قطعهٔ از ظرف که سطح آن دو برابر قطعه دیگر باشد فشاری که وارد میاید دو برابر فشاریست که بر قطعه دیگر وارد می آید

چون بر نقطه (ل) فشار آورده اند آب از تمام منافذ جستن کرده است

این بود حال فشاری که از خارج بر مایعات وارد آید و اما هر مایعی که در ظرفی هست بواسطه ثقل خود بر قعر و جدار آن ظرف فشاری وارد میاورد موافق قوانین ذیل

اولاً فشار بتناسب عمق مایع زیاد میشود

ثانیاً فشار وارد بر تمام نقاط واقع در یک سطح افقی از مایع متساوی است
ثالثاً در تساوی عمق و اختلاف مایع فشار متناسب است با غلظت مایع
فشاری که مایعات بر جدار ظرف خودشان وارد میآورند باین طریق میتوان ثابت کرد
که ظرفی را پر از آب کنند و در محلی نزدیک بقعر سوراخی قرار داده باشند چون
آن سوراخ باز شد آب جستن میکند
و دیده میشود که هرچه سطح آب پایین
میآید یعنی هرچه عمق آب کم میشود
قوت فوران نیز کم میشود (ش ۲۸)
وجهت آن اینست که آب بر جدار

ش ۲۷

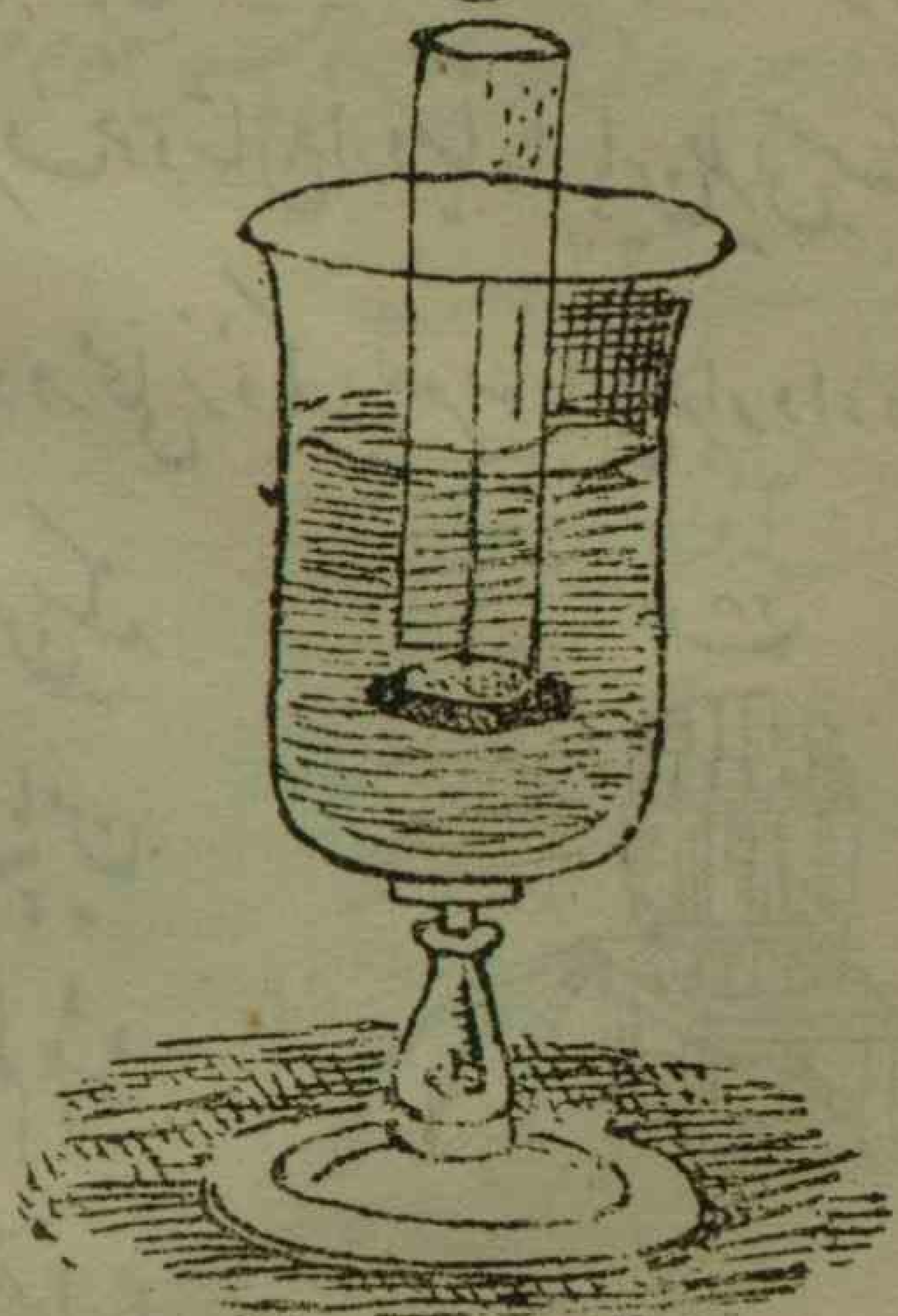


هرچه ظرف خالی میشود فوران آب
کم میشود

ظرف فشار میآید و هرچه عمق آب کمتر باشد فشار آن نیز کمتر خواهد بود
علاوه بر اینکه مایعات بر قعر ظرف و اطراف فشار وارد آرند فشاری هم از تحت بفوق
دارند یعنی هر جسمی که در آب هست از بالا بپایین و از پایین ببالا و از راست بچپ
و از چپ براست فشار بر آن وارد میآید و فشار از تحت بفوق را بدین طریق ثابت میکنند
که لوله از شیشه برمیدارند و قرصی از یک جسمی که سنگین تر از آب باشد در یک دهنه آن

میدهند و قرص را با ریسمانی که بوسط آن بسته اند نگاه میدارند و در این حال لوله و قرص را در آب فرو میبرند و ریسمان قرص را رها میکنند (س ۲۹) دیده

س ۲۹



قرص بانتهای لوله نمیافتد مگر اینکه لوله را پر از آب کنند
و این بواسطه فشار از تحت بفوق است

میشود که قرص همچنان بدهنه لوله چسبیده و پائین نمیرود پس از بابت فشاری است که از تحت بفوق از آب بر آن وارد میآید حال اگر در لوله آب بریزیم تا آب درون لوله محاذی سطح آب بیرون شود قرص میل به پائین رفتن میکند پس معلوم میشود که فشاری از تحت بفوق بر آن وارد میآید و این فشار مساوی است با وزن مایعی که بر روی آن جسم واقع است

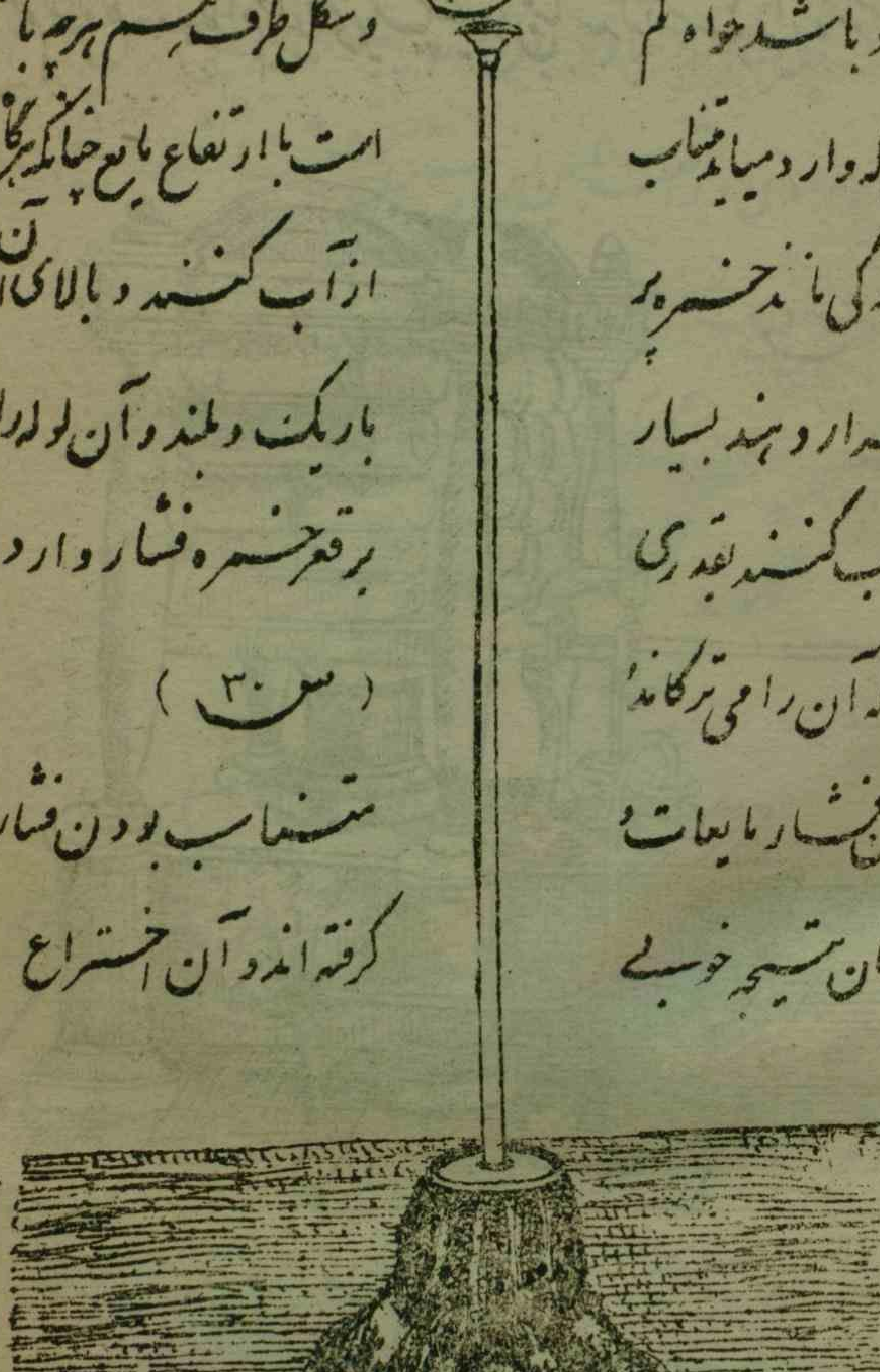
سابقا گفتیم که مایعات بر جدار ظرف خودشان و قعر آن فشاری وارد میاورند که متناسب است با ارتفاع مایع ولی یک نکته مهمی هست که این فشار

نسبتی با شکل ظرف و مقدار مایع ندارد خواه مقدار مایع زیاد باشد خواه کم و شکل ظرف هم هرچه باشد فشاری که وارد میآید متناسب است با ارتفاع مایع چنانکه هرگاه ظرف بزرگی مانند خمره پر از آب کنند و بالای آن لوله قرار دهند بسیار باریک و بلند و آن لوله را نیز پر از آب کنند بقدری بر قعر خمره فشار وارد می آورد که آن را می ترکاند

(س ۳۰)

از قانون فشار مایعات و متناسب بودن فشار باسطوح آن نتیجه خوبی گرفته اند و آن اختراع

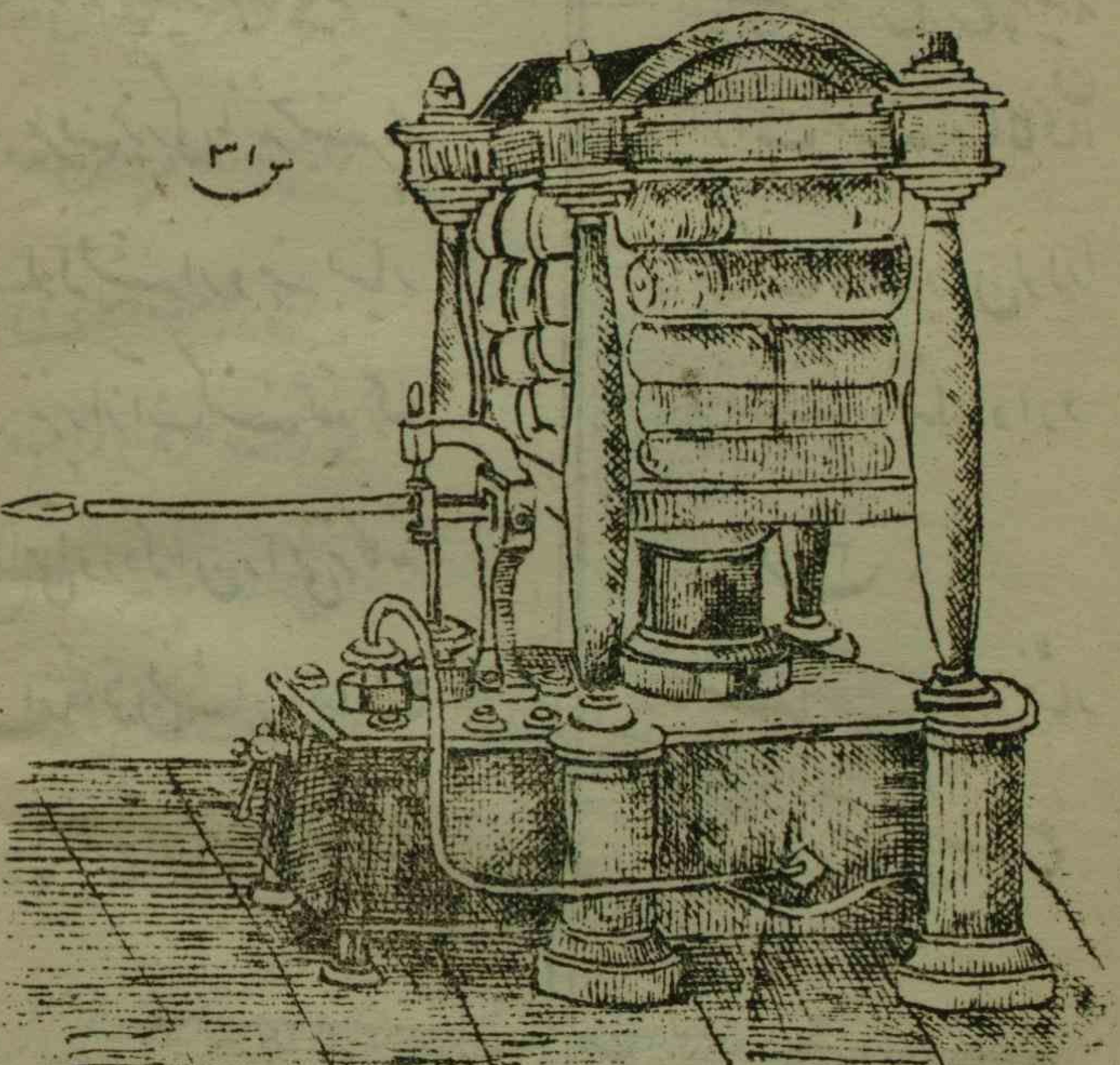
س ۳۰



بواسطه فشاریکه در لوله است ظرف ترکیده و آب بیرون ریخته است

منگنهٔ آبی است (ش ۳۱) و عبارتست از دو استوانهٔ مجوف مختلف القطر که بهم مربوطند و هر کدام دارای یک پیستون میباشند که درست باندازه قطر استوانهاست

ش ۳۱



منگنهٔ آبی

و بالای استوانهٔ بزرگ سطحهٔ بمنزلهٔ سقف قرار میدهند چون بر پیستون استوانهٔ کوچک فشار وارد آورند این فشار بواسطهٔ آبیکه در دو استوانه است به پیستون استوانهٔ بزرگتر منتقل میشود و این پیستون

بالا میرود پس آنچیز را که میخواهند در تحت فشار در آورند بالای استوانهٔ بزرگتر قرار میدهند
و بر پیستون استوانهٔ کوچکتر فشار وارد میآورند این فشار به پیستون بزرگتر منتقل شده
آنرا بالا میبرد و آنچه بروی او واقع است ما بین این پیستون و سقف واقع در فوق آن
فشرده میشود و هر چه این پیستون بزرگتر باشد فشار آن زیادتر است این آلت را
بجهة کوچک کردن بارهای بزرگ و کشیدن شیرهٔ نباتات و میوجات بکار میبرند

فصل چهارم

(تعادل و سکون مایعات)

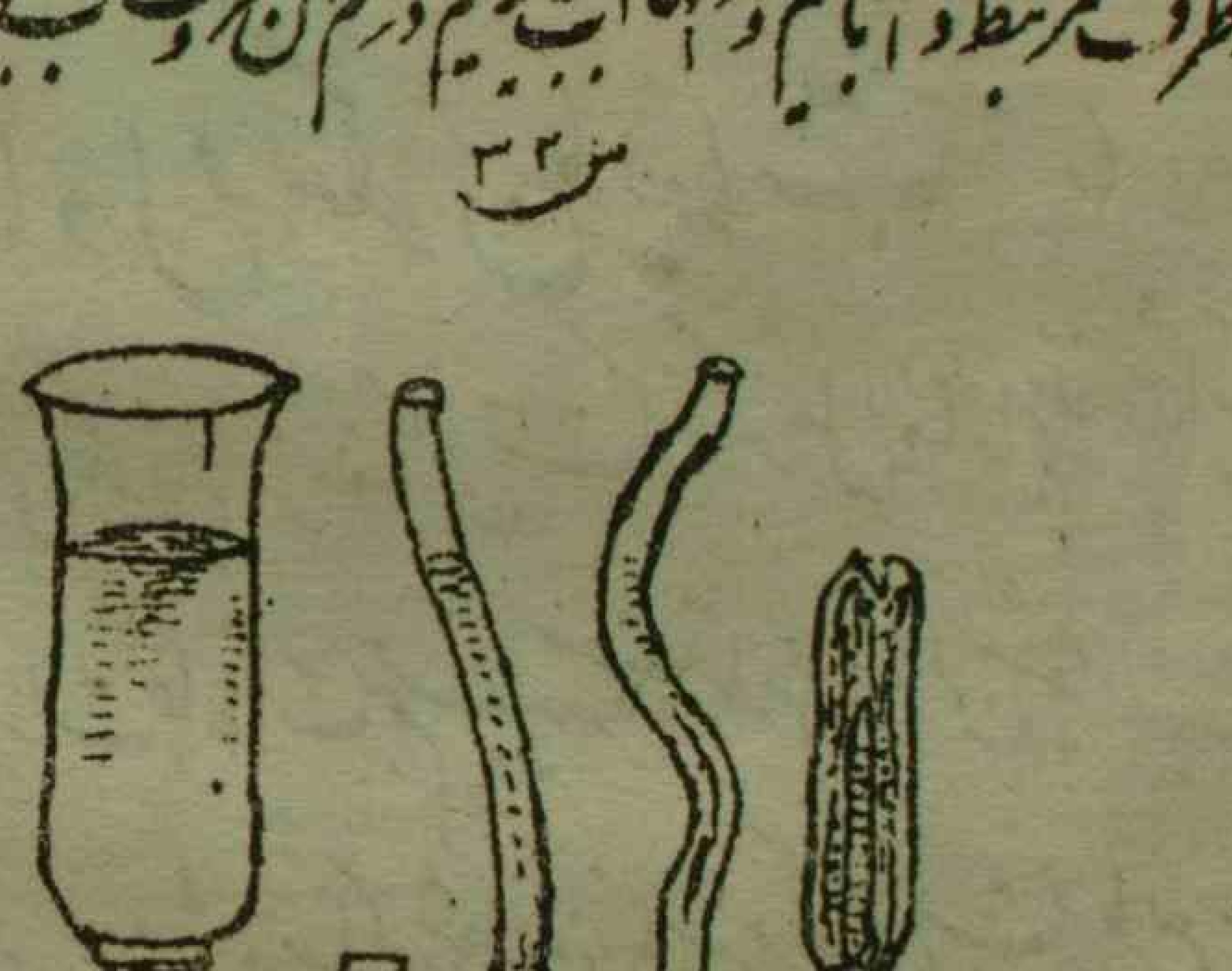
سابق گفتیم که برای سکون جامدات کافی است که مرکز ثقل آنها را بر نقطهٔ ثابتی متکی کنیم
در اینصورت چون ذرات جامدات بهم چسبیده است تمام جسم ساکن میشود
اما مایعات اینطور نیست و شرط ساکن شدن آنها چیز دیگری است و مایع ساکن نشود
مگر آنکه دارای سه شرط ذیل باشد

اولاً باید مایع در ظرفی باشد که جدار آن بفشار مایع مقاومت کرده مانع جریان آن شود
ثانیاً هر ذره از مایع باید از همه طرف فشارهای متساوی به بینند

ثالثاً سطح آزاد مایع باید افقی یعنی عمود بر شاقول باشد
بنابراین هر وقت آبی را ساکن ببینیم یقین میکنیم که سطح آن افقی است و اما این شرط در
صورتی است که سطح آب کم وسعت باشد و الا افقی نخواهد بود زیرا که آن سطح لابد جزء
زمین است و منحنی خواهد بود (سطح دریاهای بزرگ را یکجا قرار داده سطح حقیقی کرهٔ زمین را همان سطح
دریاها میگیرند چنانکه ارتفاعات کوهها و شهرها را بسطح دریا نسبت میدهند

(ظروف مرتبطه)

هرگاه چند ظروف مرتبطه داشته باشیم و در آنها آب بریزیم در تمام آن ظروف آب بیک ارتفاع می ایستد
ش ۳۲



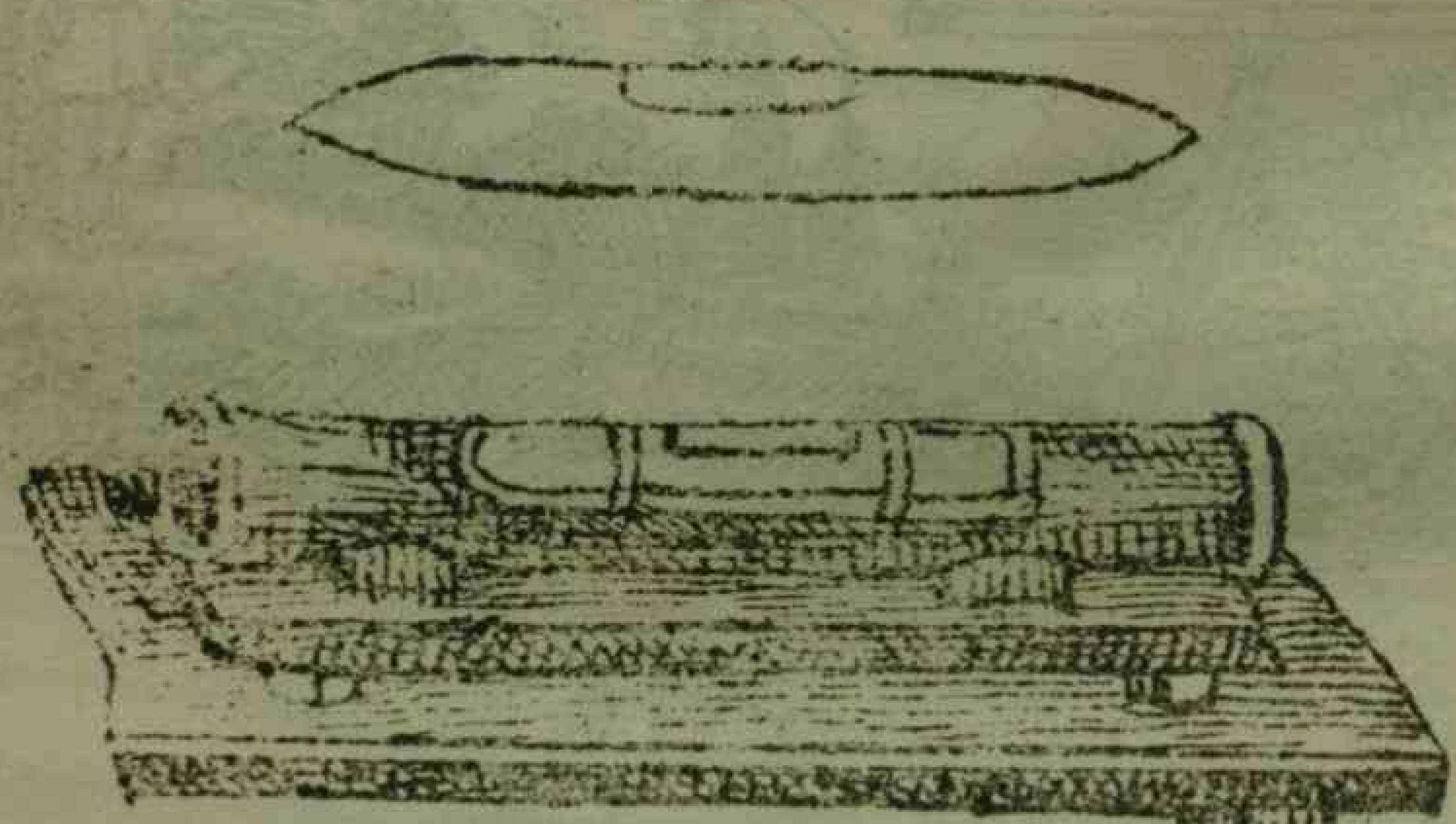
ظروف مرتبطه

شکل و اندازه ظروف در آن هیچ مداخله ندارد اما این در صورتی است که مایع این ظروف واحد باشد زیرا اگر مایعات مختلف در این ظروف باشد ارتفاع آنها بنسبت معکوس غلظت آنها خواهد بود هرگاه مایعات مختلف را در یک ظرفی بریزند این مایعات در وقتی تعادل خواهند یافت که به نسبت غلظت روی هم قرار گرفته باشند

(تراز)

تراز بر دو قسم است آبی و هوائی هوائی عبارتست از لوله پر از آب که حباب کوچکی از هوا در آن باقی باشد

ش ۳۳



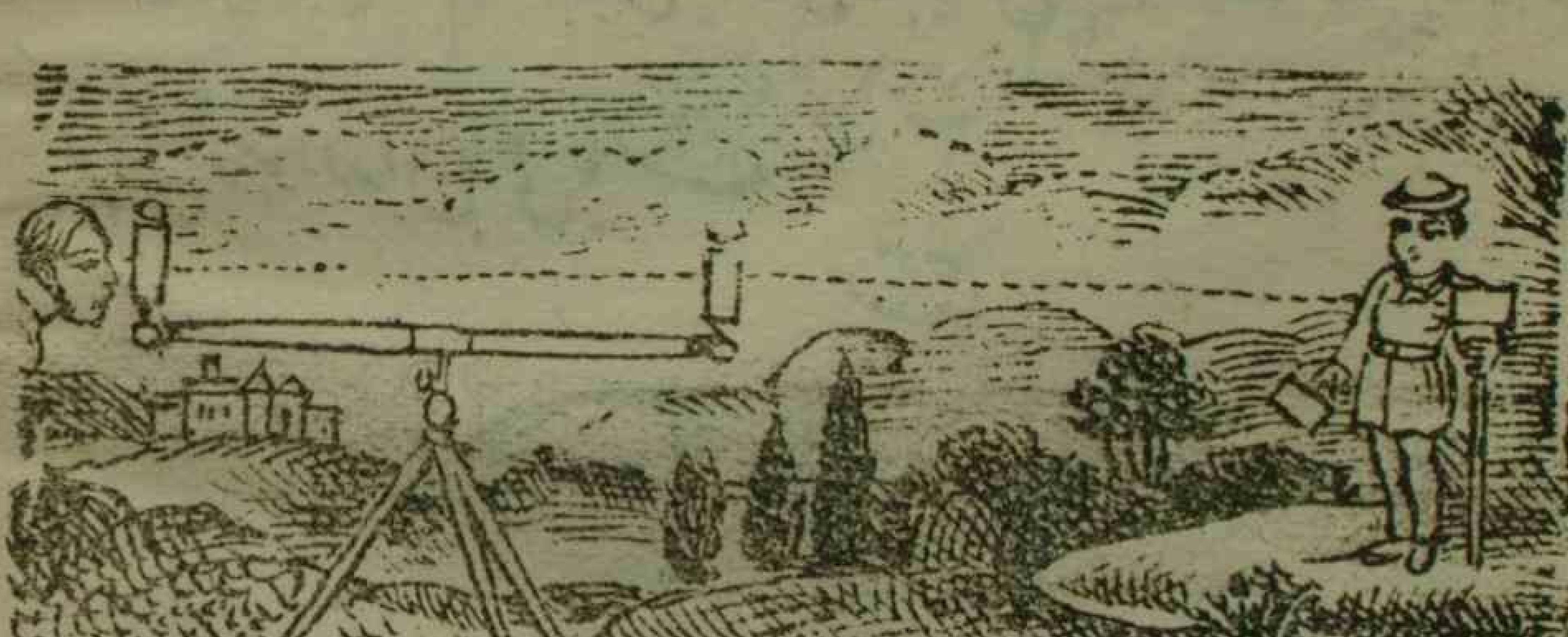
تراز هوائی

در سطح اعلای تراز در وسط یک قطعه شیشه قرار داده اند که بواسطه آن میتوان حرکات حباب را مشاهده نمود (ش ۳۳)

هر وقت بخواهند افقی بودن سطحی را معین کنند تراز را روی آن سطح قرار میدهند اگر حباب هوا در وسط قرار گرفت معلوم میشود که آن سطح افقی است

تراز آبی عبارتست از دو لوله عمودی که بواسطه یک لوله افقی بهم مربوطند (س ۳۴) و در آنها آب میریزند تا نصف لوله های عمودی پر شود درینصورت خط واصل مابین دو سطح آب آن دو لوله افقی خواهد بود و برای تعیین خط افقی میتوان بکار برد

س ۳۴



تراز آبی

(فوّاره)

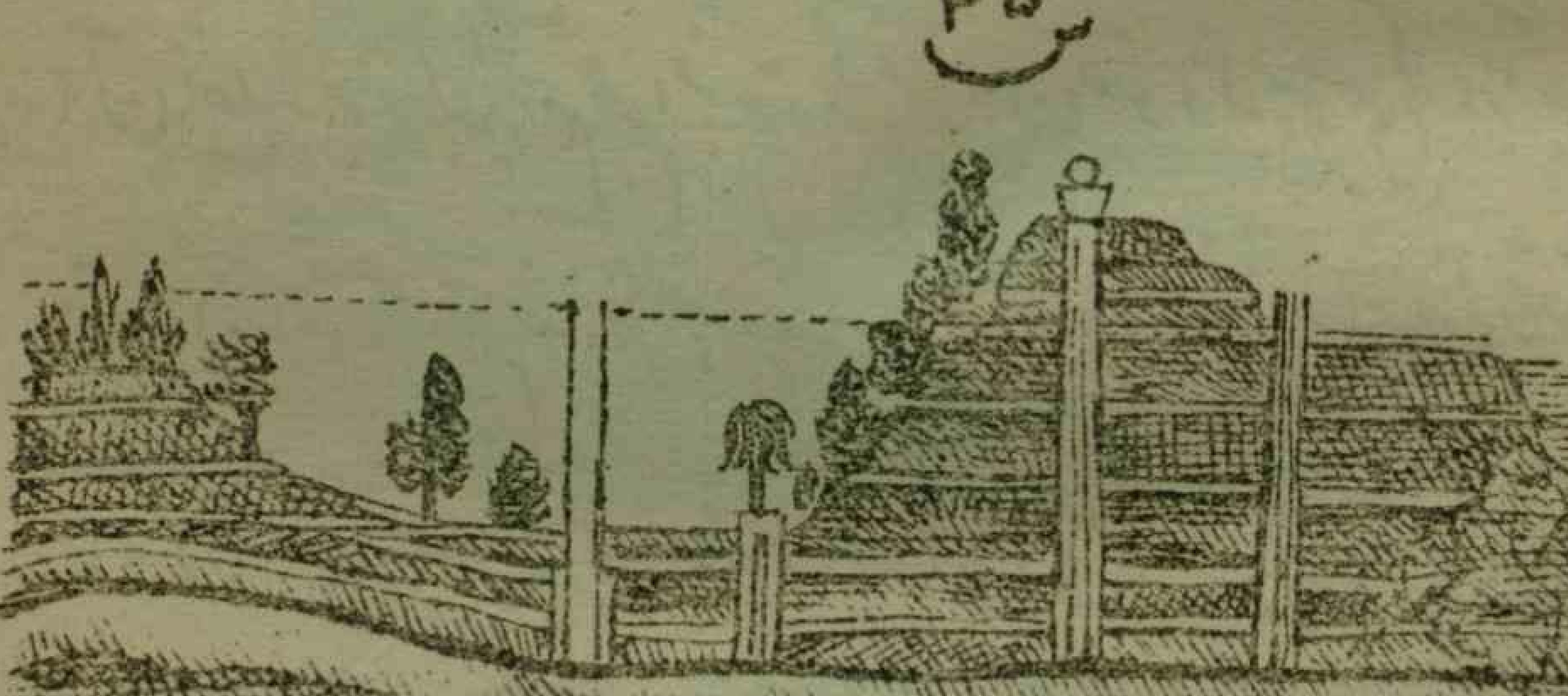
جستن فوارها بنا بر خاصیت ظروف مرتبطه است یعنی لوله فواره با مجرای آب حکم ظروف مرتبطه پیدا میکند و مادامی که سر لوله فواره پائین تر از سرچشمه آب باشد آب از فواره

جستن میکند که خود را به محاذات سطح سرچشمه برساند اما هیچوقت نمیتواند بآن اندازه برسد بواسطهٔ اینکه اصطکاک ذرات آب بجدار لوله و ریزش ذرات آب روی یکدیگر و مقاومتی که از هوا نسبت بصعود آب میشود قوت فوران را میکاهد

(چاه آرتزین)

اگر سرچشمه چاه در مکان مرتفعی باشد ممکن است آب چاه بطور فوران جستن کند این قسم چاهها را چاه آرتزین گویند و در صورتی احداث میشود که در زیر زمین یک طبقه خاک قابل نفوذ (یعنی خاکی که آب در آن فرو رود از قبیل خاک رملی)

ش ۳۵



کیفیت چاه آرتزین

واقع شود ما بین دو طبقه خاک غیر (ش ۳۵) (مثل خاک رست که آب در آن فرو نمیرود) و آب از محل مرتفعی آمده در طبقه قابل نفوذ

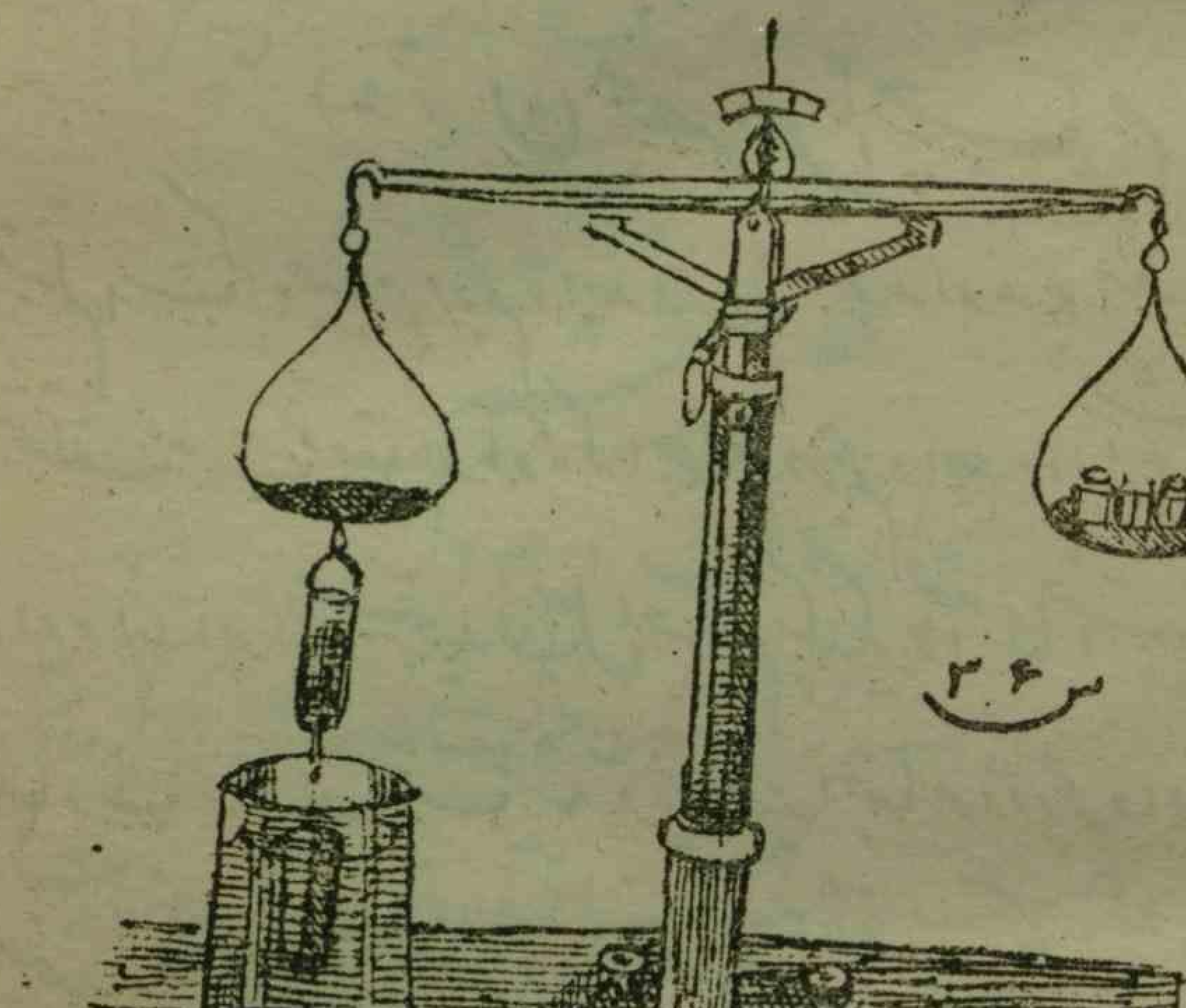
جمع شود در این حال اگر زمین را سوراخ و حفر کنند تا به آب برسند
آب از چاه بالا میآید و فوران می کند

فصل پنجم

(فشار آب بر اجسام غوطه ور)

هر گاه جسم جامدی در آب فرو رود از این آب بر تمام نقاط سطح آن
جسم فشار وارد میاید فشارهای اطراف مساوی هستند و با هم تکافو
میکنند اما فشار از تحت به فوق بر فشار از فوق به تحت غلبه دارد و زیادتی
آن بقدر وزن آب هم حجم آنست و نتیجه این میشود که هر جسمی که در آب فرو برند
بقدر وزن آب هم حجم خودش سبک میشود این قانون را قانون ارشمیدس میگویند
قانون ارشمیدس را بواسطه ترازوی آبی میتوان بتجربه رسانید و آن
عبارتست از یک ترازوی متعارفی که زیر هر کفه آن یک قلاب آویخته اند و دو
استوانه ترتیب میدهند یکی مجوف و دیگری مصمت که حجم کلیه استوانه مصمت
باندازه حجم داخلی استوانه مجوف باشد پس استوانه مجوف را از زیر یک

کفه میآویزند و استوانه مصمت را بزیر استوانه مجوف و بواسطه وزنها تشکیل تعادل میدهند بعد استوانه مصمت را داخل آب میکنند فوراً آن تعادل بهم میخورد و معلوم میشود که استوانه مصمت در آب سبک شده پس برای اینکه دوباره تعادل حاصل شود در



(س ۳۶)

ترازوی آبی

استوانه مجوف آب میریزیم وقتیکه پر شد تعادل حاصل میشود و چون حجم درونی استوانه مجوف باندازه حجم کلیه استوانه مصمت بود معلوم میشود این استوانه بواسطه ارتماس در آب بقدر آب بهم حجم خود سبک شده است (س ۳۶)

اجسام مرتسمه در آب سه حالت دارند اگر وزنشان زیاده از وزن
آب هم حجمشان باشد فرو میروند اگر کمتر باشد بالا میایند و اگر وزن خود
آنها معادل وزن آب هم حجمشان باشد معلق میمانند

(وزن مخصوص اجسام)

مسلم است که اجسام در حجم واحد وزن واحد ندارند بواسطه اینکه تراکم آنها
مختلف است و مقدار ماده که اجسام در حجم واحد دارا میباشند تفاوت
دارد لهذا برای سنجیدن ثقل اجسام با یکدیگر واحدی اختیار کرده اند که
عبارت از وزن آب باشد وزن سایر اجسام را در حجم واحد بوزن آب
میسنجند و حاصل این سنجش را وزن مخصوص یا ثقل نوعی میگویند مثلا میگویند وزن
مخصوص آب یک است (۱) وزن مخصوص طلا (۱۹) وزن مخصوص سرب (۱۱)
(۱۱/۵)
وزن مخصوص جیوه (۳/۵) وزن مخصوص آهن (۷) وزن مخصوص نقره
وزن مخصوص طلای سفید (۲۳) وزن مخصوص مس (۹) وزن مخصوص الکل (۰/۸) است
یعنی در حجم واحد طلا نوزده برابر آب و سرب یازده برابر آب و الکل هشت
عشر آن وزن دارد و قس علی ذلک و با تقدمت بود که ارقام نماینده وزن مخصوص اجسام همان

سنجیده واحد

ارقام نماینده تراکم یا بعبارة اخری مقدار مادّه آنها است

برای تعیین وزن مخصوص هر جسمی ابتدا باید وزن متعارفی آن جسم را تعیین نمود

بعد از آن وزن آب هم حجم آنرا نیز تعیین کرد آنگاه وزن جسم را بر وزن

آب هم حجمش تقسیم نمود نتیجه وزن مخصوص آن جسم خواهد بود و برای این عمل آلات

مختلفه ساخته اند که آنها را میزان الثقل میگویند

فصل ششم

(بخارات و هوا)

بخارات اجسامی هستند که ذرّاتشان حرکت دارد و متصل یکدیگر را دفع

میکنند و این خاصیت بواسطه قابلیت انتشار و قوّه ارتجاع آنها است

بخارات غالباً بیرنگ میباشند ولی بعضی از آنها هم رنگ دارند و بعضی بو

دارند و برخی بی بو هستند و پاره از آنها مهلک میباشند ولی بسیاری هم بی

اذیتند و یکی از بخارات است که حافظ حیات میباشد و آن اکسیژن است که

اگر نباشد انسان و حیوانات فوراً میمیرند

تمام بخارات بواسطه برودت متراکم میشوند و مبدل بمایع میگردند تا چندی قبل گاز

علما گمان میکردند بعضی از بخارات ممکن نیست مستحیل بمایع شوند لکن امروز
ثابت شده که با برودت و فشار زیاد تمام بخارات را میتوان مایع و بلکه جامد نمود
چون خواص فیزیکی تمام بخارات یکیست کافیست که خواص یکی از آنها را
موضوع مذاکره قرار دهیم و چون هوا بخاری است فراوان و همه جا
موجود است بذکر خواص آن اکتفا مینمائیم

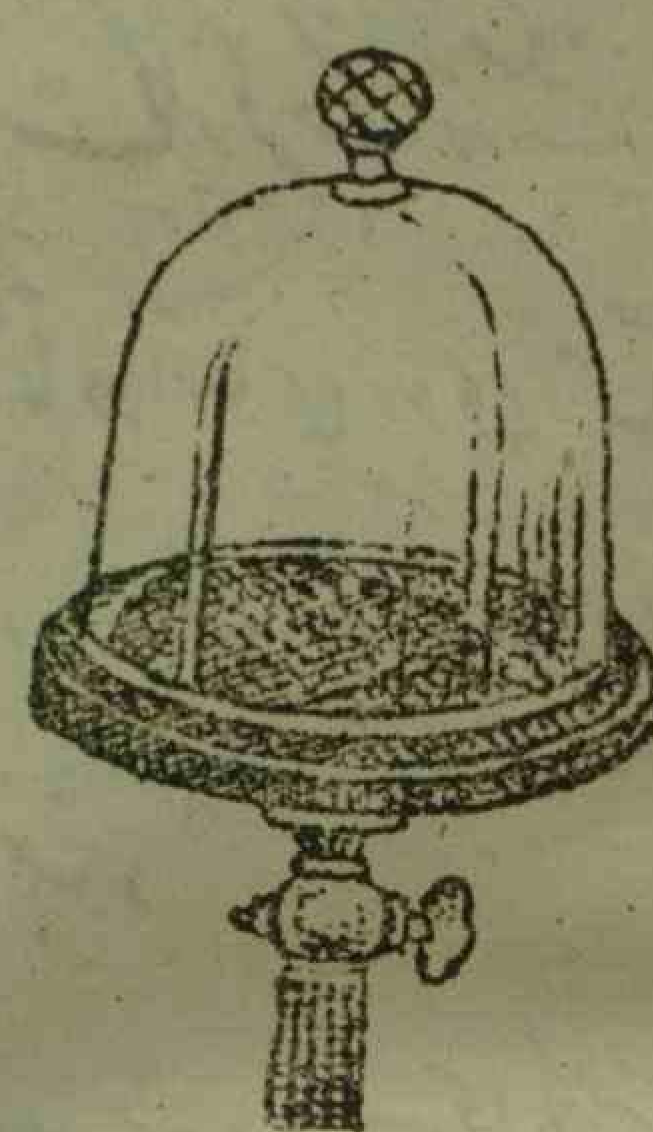
هوا بخاریست که ما درمیان آن زندگی میکنیم و در واقع یک بخار نیست دو
بخار است که باهم مخلوط میباشند یکی اکسیژن و دیگری ازت و نسبت ایندو
بیکدیگر نسبت (۲۱) به (۷۹) میباشد یعنی صد کیل هوا بیست و یک کیل
اکسیژن دارد و هفتاد و نه کیل ازت

خاصیت هوا که عبارت از حفظ احتراقات و حیات حیوانات باشد راجع
باکسیژن است و ازت برای تعدیل حدت اکسیژن میباشد زیرا که اگر اکسیژن تنها
خالص بود احتراقات و تنفس زیاد و بسرعت واقع میشد

هوا بو ندارد و شفاف است یعنی حاجب و رادع نیست در حجم کم بیرنگ و در حجم
زیاد کبود است و رنگ کبود آسمان همین رنگ هوا است و اگر هوا نبود

آسمان بنظر سیاه رنگ میآید هوا بسیار قابل تراکم است و قابل ارتجاع (س ۳۷)
ظاهرا بنظر بی وزن میآید ولیکن وزن دارد اگرچه وزن آن کم یعنی بسیار سبک است

(س ۳۷) حالت اول



مثانه که زیر سرپوش است بواسطه فشار
هوای درون سرپوش هم فشرده و جمع است

(س ۳۷) حالت دوم



چون هوای درون سرپوش خالی شد هوای
درون مثانه منبسط گردید و مثانه باد کرده است

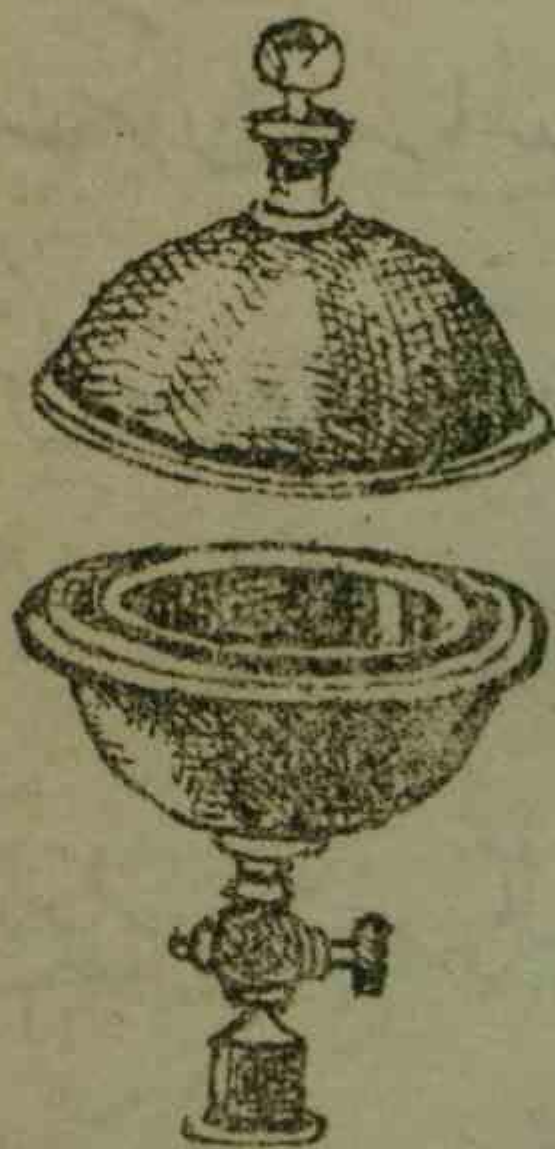
برای معلوم کردن وزن هوا کافیست که ابتدا ظرفی را پر از هوا وزن کنند
بعد آن را از هوا خالی کرده دوباره وزن کنند در اینصورت دیده
میشود که سبکتر شده است بدین طریق معلوم کرده اند که یک لیطر هوا
تقریبا یک گرم و سه عشر وزن دارد (تقریب پنج نخود)

در هوای مجاور کره زمین علاوه بر ازت و اکسیژن مقدار کمی بخار آب و گاز
کربنیک نیز موجود است وجود بخار آب در هوا بواسطه تبخیر آبهای روی زمین
و تنفس جانورهاست و وجود گاز کربنیک بواسطه وقوع احتراقات و تنفس حیوانات
میباشد بنابر آنچه ذکر شد میبایست روز بروز مقدار گاز کربنیک در هوا
زیاد شود ولی از آنجائیکه نباتات بر عکس حیوانات گاز کربنیک را جذب میکنند و از
طرف دیگر مقداری از گاز کربنیک هوا هم دائماً در آبهای روی زمین حل
میشود این مسئله تلافی حدوث گاز کربنیک را از احتراقات و تنفس ::
حیوانات میکند و مقدار این بخار در هوا زیاد نمیشود

هرچه از سطح زمین دور شده بالا رویم هوا رقیق میشود و البته بجائی میرسد
که هوا هیچ وجود نداشته باشد بعبارة اخری ارتفاع هوا محدود است
و از روی بعضی قرائن چنین احتمال میرود که بیش از بیست فرسخ نباشد
چون هوا وزن دارد معلوم است که باید بر اجسامیکه در آن هستند فشار وارد
بیاورد و چون ارتفاع هوا محدود است هرچه از سطح زمین بالا رویم فشار هوا
کم میشود فشار هوا را بواسطه چند تجربه ثابت و محقق میکنند از آنجمله تجربه نیم کره هائی ::

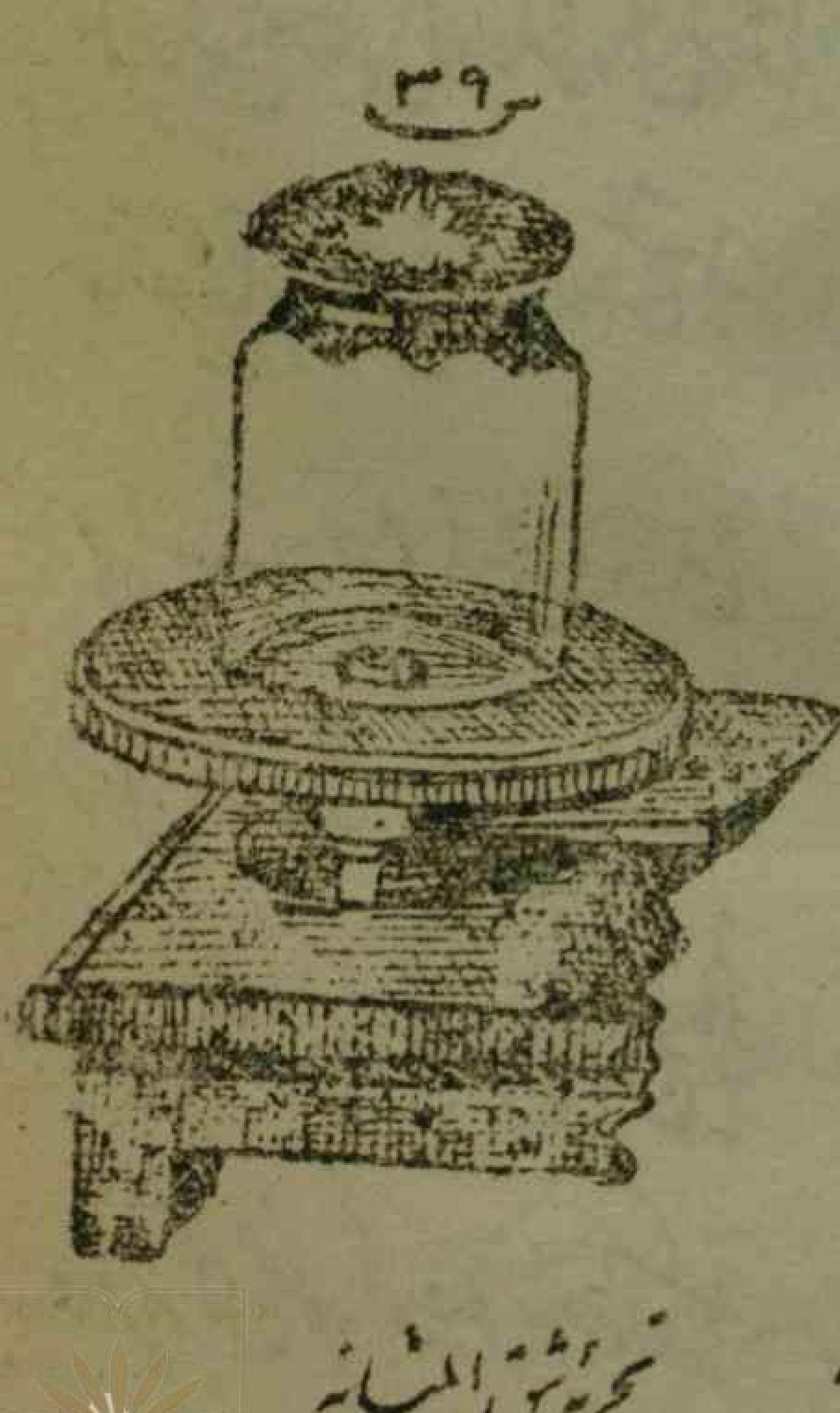
(ماگدبورگ) میباشد ازاینقرار که دو نیم کره از برنج یا مس را که درست باندازه
یکدیگر باشند روی هم گذاشته هوای اندرون
آنهارا خالی می کنند در این حال دیده میشود
که قوت چندین نفر برای جدا کردن آنها
کفایت نمیکند (ش ۳۸) وعلت آنست
که از هوای خارج فشار بر نیم کره ها وارد میآید
و در درون آنها هوائی نیست که تلافی کند
تجربهٔ دیگر که برای اثبات فشار هوا می کنید آنست
که یک لوله شیشه را به آلت تخلیه هوا متصل
میکنند و دهانه آن را پوست میگیرند و بنای تخلیه
هوای درون آنرا میگذارند دیده میشود که هر
هوای لوله خالی میشود پوست دهانه لوله بواسطه
فشار هوای خارج مقعر میشود تا بدرجه که میترکد
(ش ۳۹)

ش ۳۸



تجربه نیمکره‌های ماگدبورگ

ش ۳۹

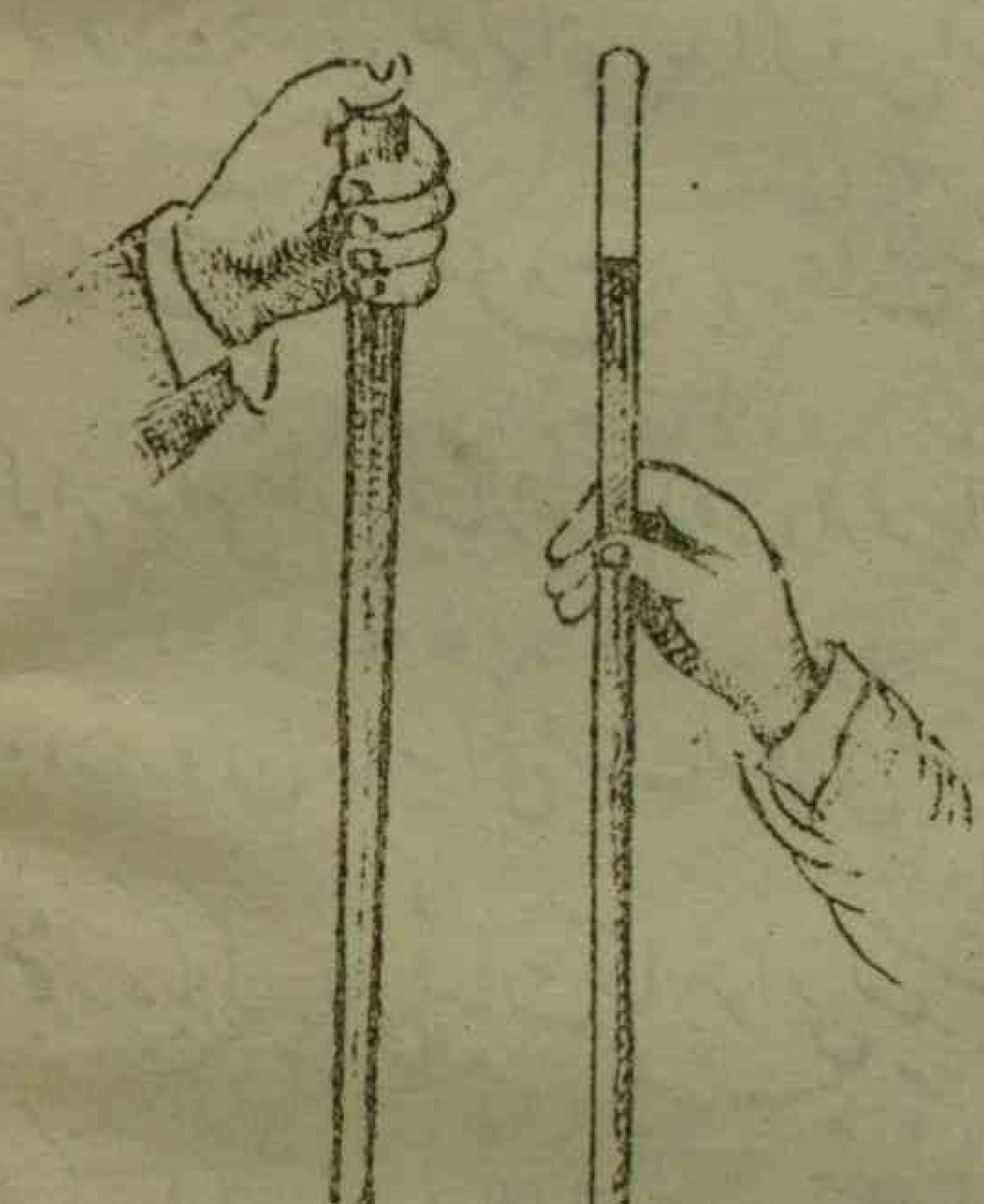


تجربه شق المثانه
چون هوای درون شیشه خالی شد فشار هوای خارج پوست را
ترکانده است

(میزان الهوا)

فشار هوا را میتوان بدین طریق اندازه گرفت که لوله از بلور تقریباً بطول یکذرع که
یک سر آن بسته باشد پر از
زیبق کنند و سر دیگر آن را
با انگشت ببندند و آن را در ظرفی
از زیبق فرو برند و انگشت را
بردارند (ش ۴۰) دیده میشود
که زیبق در آن لوله نزول کرده
و تقریباً بارتفاع (۷۶) سانتیمتر
می ایستد جهة پائین آمدن
زیبق در لوله سنگینی آن است که
چون از وزن هوای خارج زیادتر
بود بر آن غلبه کرده نزول میکند

(ش ۴۰)



لوله زیبقی

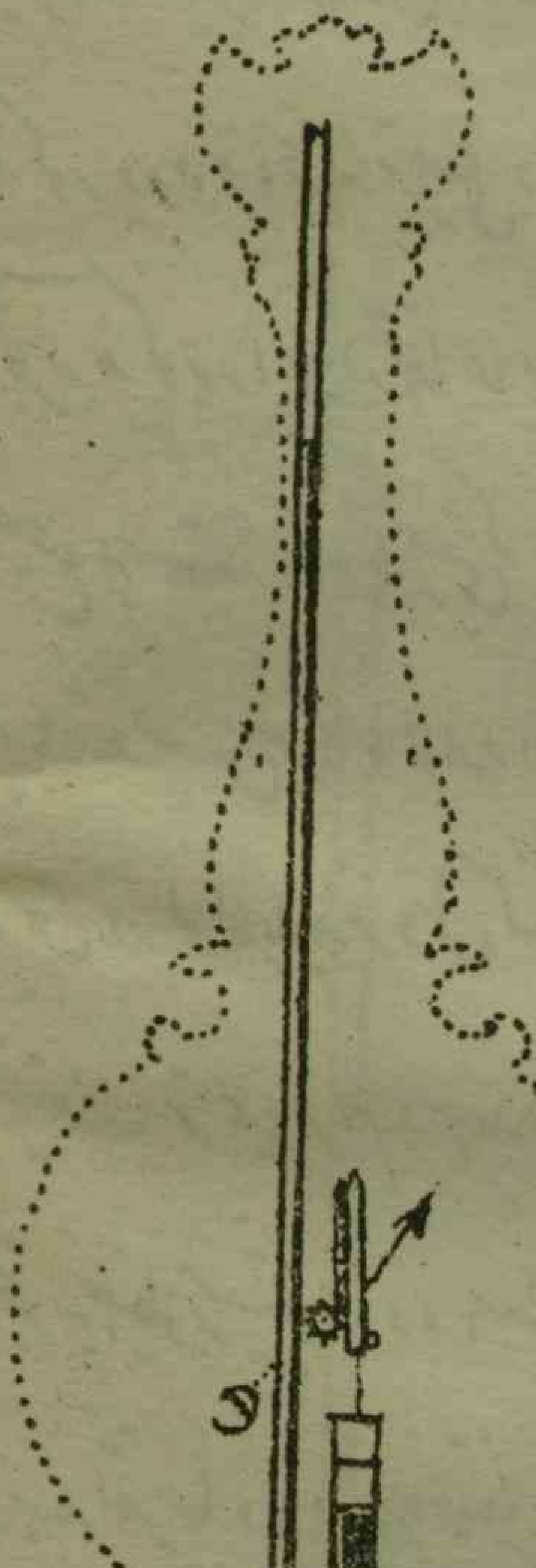
و ایستادنش در ارتفاع (۷۶) سانتیمتر معلوم میکند که فشار هوای

خارج معادل با فشار (۰٫۷۶) سانتیمتر زیبق است و بنابراین هر سانتیمتر مربع از سطح زمین یا اشیائیکه بر روی آن واقعند از هوا ۱۰۳۳ گرم تقریباً سیزده سیر فشاری ببیند و این اندازه فشار را یک فشار هوا گویند تجربهٔ مذکور در فوق را تجربهٔ تریسلی و لوله که این تجربه را با آن میکنند لوله تریسلی مینامند تجربه مذکور را در ارتفاعات مختلفه و مایعات مختلفه نیز بعمل آورده اند و هیچه صحیح بدست آمده بامعنی که چون ایستادن زیبق در لوله تریسلی نتیجه فشار هوا میباشد پس هرگاه لوله را بانقطه مرتفعه ببرند که فشار هوا در آنجا کمتر است زیبق در لوله باید نزول کند و همچنین هرگاه بجای زیبق در لوله تریسلی مایع خفیف تری قرار دهند باید آن مایع در لوله بالاتر از زیبق بایستد و تجربه همینطور نتیجه داده است چنانکه اگر آب را بجای زیبق در لوله تریسلی قرار دهند تقریباً ده ذرع ارتفاع پیدا میکند

چون بواسطه لوله تریسلی مقدار فشار هوا را میتوان معلوم کرد از آنرا میزان الهوا مینامند و برای اینکه قابل حمل و نقل باشد جزئی تصرفی در آن کرده اند بدینطریق که ظرف زیبق را مبدل بمخزن کوچکی نموده اند که لوله تریسلی را با آن وصل می‌کنند

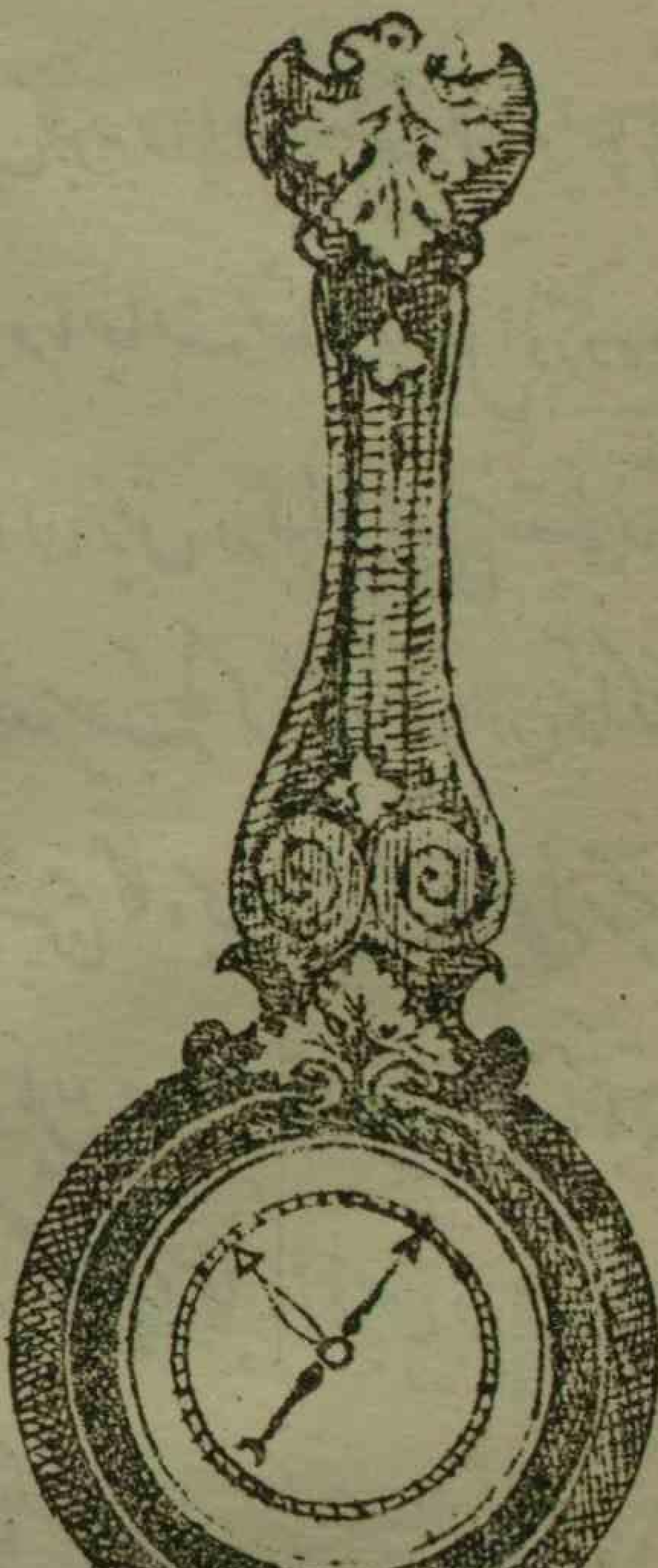
بطوریکه بالای مخزن باز و با هوا مربوط باشد پس آن لوله و مخزن را بر روی

(س ۴۱)



میزان الهوای زیبقی صفحه پشت

(س ۴۱)



میزان الهوای زیبقی صفحه‌دار

صفحه قرار دهند وطول لوله را منقسم بدرجات مینمایند (س ۴۱)

چون وزن هوا همیشه بیک اندازه نیست گاهی سبک و گاهی سنگین شود لهذا
فشاریکه بر زیبق میزان الهوا وارد میآید در وگاهی کم وگاهی زیاد است بنا بر این
از نزول وصعود میزان الهوا میتوانیم کمی و زیادی فشار هوا را استنباط کنیم
کم و زیاد شدن فشار هوا چند علت دارد یکی جریان هوا یعنی بادها دیگر کم و زیادی
رطوبت هوا یعنی که چون بخار آب از هوا سبکتر است بر وقت رطوبت هوا
زیاد شود فشار هوا کم میشود و هرگاه هوا خشک باشد فشارش زیاد میشود پس
بواسطه صعود و نزول میزان الهوا میتوان تا یک اندازه از انقلابات هوا
اطلاع پیدا کرد یعنی اگر میزان الهوا صعود کند این امر را دلیل بر خشکی هوا میگیرم
و اگر نزول کند دلیل بر جریان هوا یعنی حدوث باد یا دلیل بر رطوبت هوا و
باریدن باران فرض مینمائیم و غالباً این قیاس نتیجه صحیح میدهد
معلوم است که هرگاه میزان الهوا را بالا ببریم زیبق پائین میاید پس بواسطه
درجه نزول زیبق میتوان از روی قواعد معینه ارتفاع مکان را تعیین نمود این
از خواص مهمه میزان الهوا میباشد
میزان الهوا را باشکال مختلف نیز درآورده اند و از جمله آنها بشکل ساعت هم

ساخته اند و عقربکی دارد که در روی صفحه حرکت میکند و بر روی آن صفحه خوبی
و انقلابات هوا و باد و باران را نشان کرده اند س ۴۲

(نتایج فشار هوا)

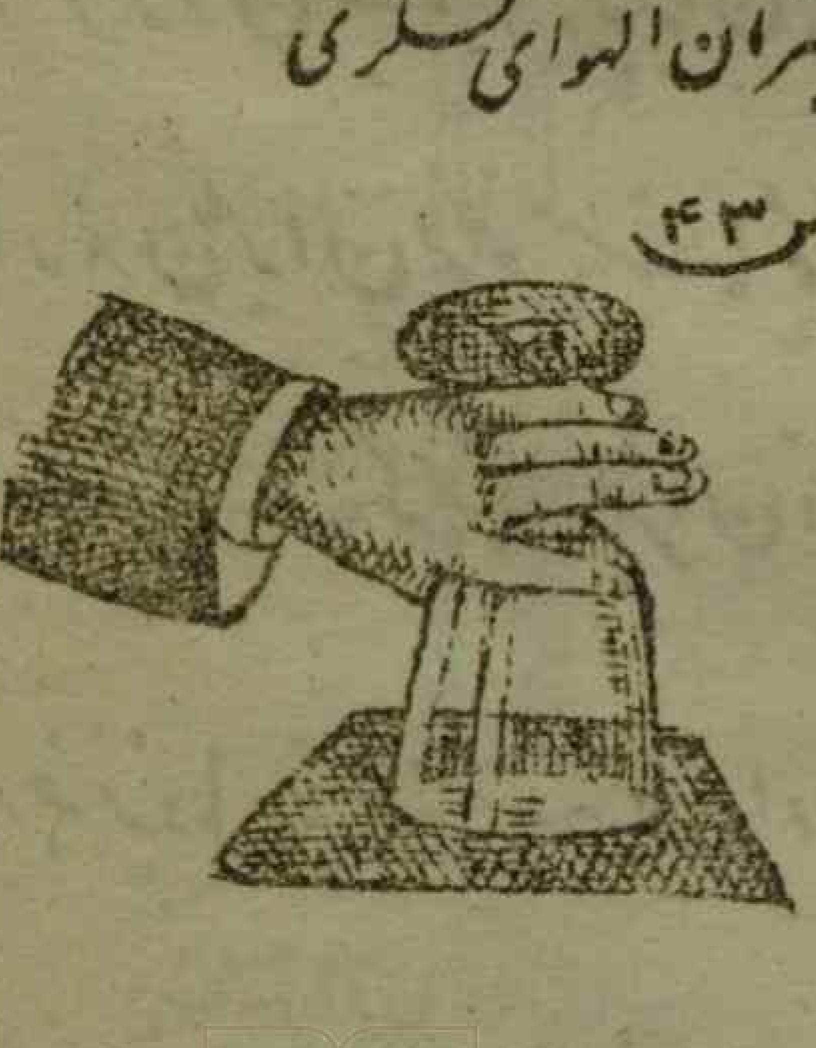
چون هوا جسمی است سیال فشار
آن مثل فشار آب از همه طرف
منتقل میشود و فشار از تحت بفوق
هوا را بواسطه تجربه های زیاد ثابت
میتوان کرد از آن جمله یکی اینست که
گیلاسی را پر از آب میکنیم و روی
آن صفحه کاغذی قرار میدهیم و
گیلاس را با احتیاط میگردانیم می بینیم
آب گیلاس نمیریزد (س ۴۳)
علت آن فشاری است که از
هوا از تحت بفوق بر صفحه کاغذ

س ۴۲



میزان الهوای فلزی

س ۴۳



صفحه کاغذ بواسطه فشار از تحت بفوق
هوا نمی افتد

وارد میاید

تجربه دیگر اینکه لوله را که دو طرفش باز باشد پر از آب میکنیم و یک سر آنرا با انگشت می بندیم و لوله را سرنگون میکنیم آب آن نمیریزد بسبب همان فشار هوا میباشد بنابر اینکه هوا بر تمام اجسام سطح زمین فشار وارد میاورد البته بر بدن انسان نیز فشار میدهد و چون حساب کنیم بطور متوسط بر بدن انسان از هوا پانزده هزار کیلو فشار وارد میاید و علت اینکه بدن انسان از انفشار فوق العاده صدمه نمی بیند اینستکه اولاً انفشار از همه طرف یکسان وارد میاید و ثانیاً در اندرون خود بدن هم هوا و بخاراتی هست که از داخل بخارج با فشار هوای بیرون مقاومت میکند

فصل هفتم آلات مبنی بر خواص هوا

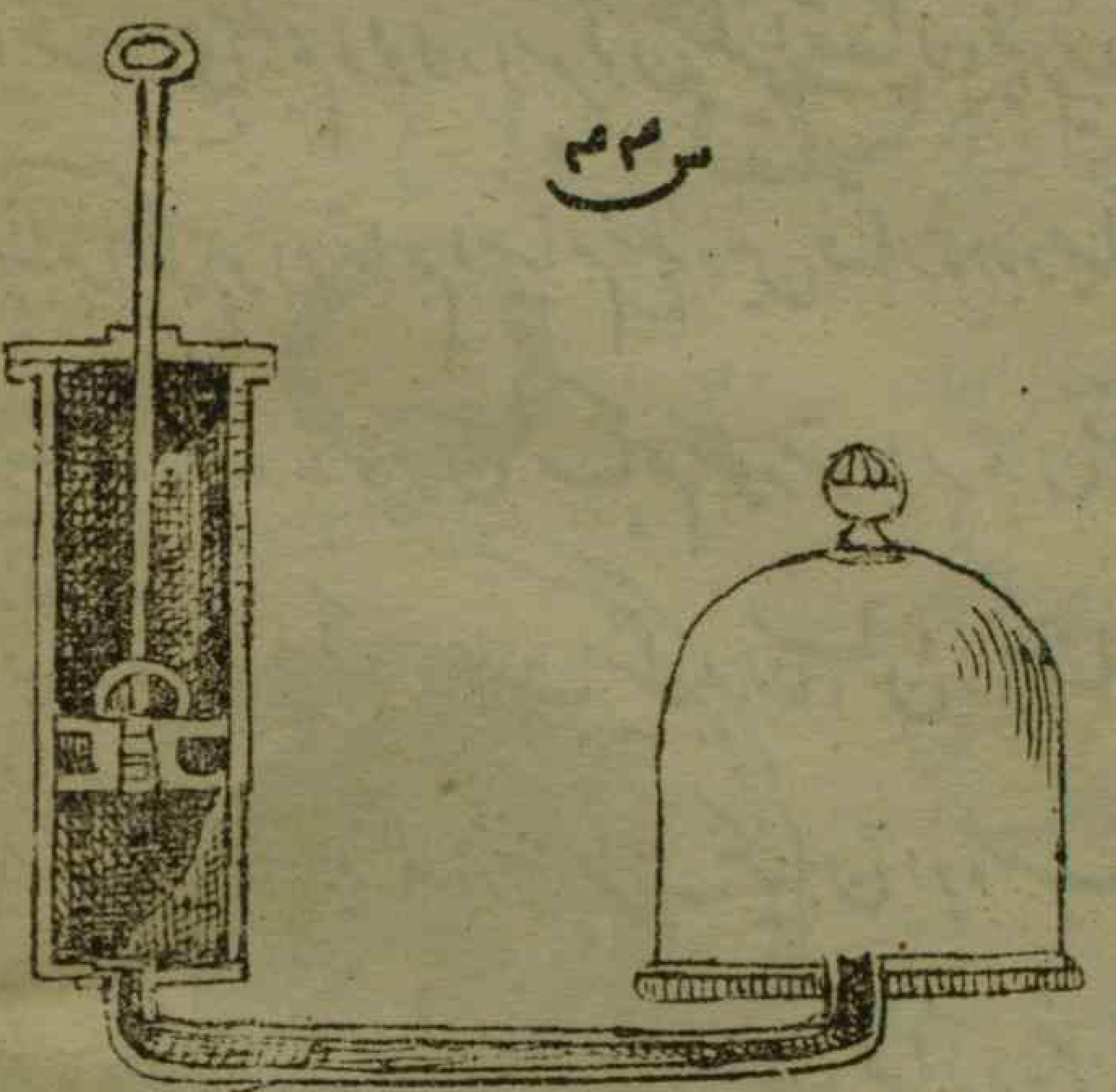
(آلات تخلیه هوا)

آلت تخلیه هوا عبارتست از یک تنه تلمبه که در آن پیستونی بالا و پائین میرود و این پیستون دارای دریچه ایست که از بالا بپائین بسته میشود و تنه تلمبه مربوطاست

با لوله که منتهی میشود بصفحهٔ از فلز که برروی آن سرپوشی از بلور قرار میدهند (ش ۴۴

در محل اتصال تنهٔ تلمبه
با این لوله نیز
دریچه ایست که از بالا
بپائین بسته میشود
هر وقت پیستون
بالا رود دریچهٔ آن
بواسطهٔ فشار فوق

ش ۴۴



بسته میشود ولی دریچهٔ تنهٔ تلمبه بواسطهٔ فشار هوای لوله و سرپوش باز شده مقداری
از هوای لوله و سرپوش داخل تنهٔ تلمبه میشود پس از آن چون پیستون را پائین بریم
هوای تنهٔ تلمبه فشرده شده بواسطهٔ فشار از فوق بتحت دریچهٔ تنهٔ تلمبه بسته شده
و دریچهٔ پیستون باز میشود و هوا از تنهٔ تلمبه خارج میگردد بنا بر این از حرکت
صعود و نزول پیستون مقداری از هوای سرپوش رقیق میشود و چون این عمل را
مکرر کنیم رقت هوای سرپوش بجائی میرسد که میتوان گفت سرپوش از هوا خالی

شده است اما خلاء کامل با این اسباب ممکن نیست و در هر حال مقدار کمی از هوای بسیار رقیق در سرپوش باقی میماند

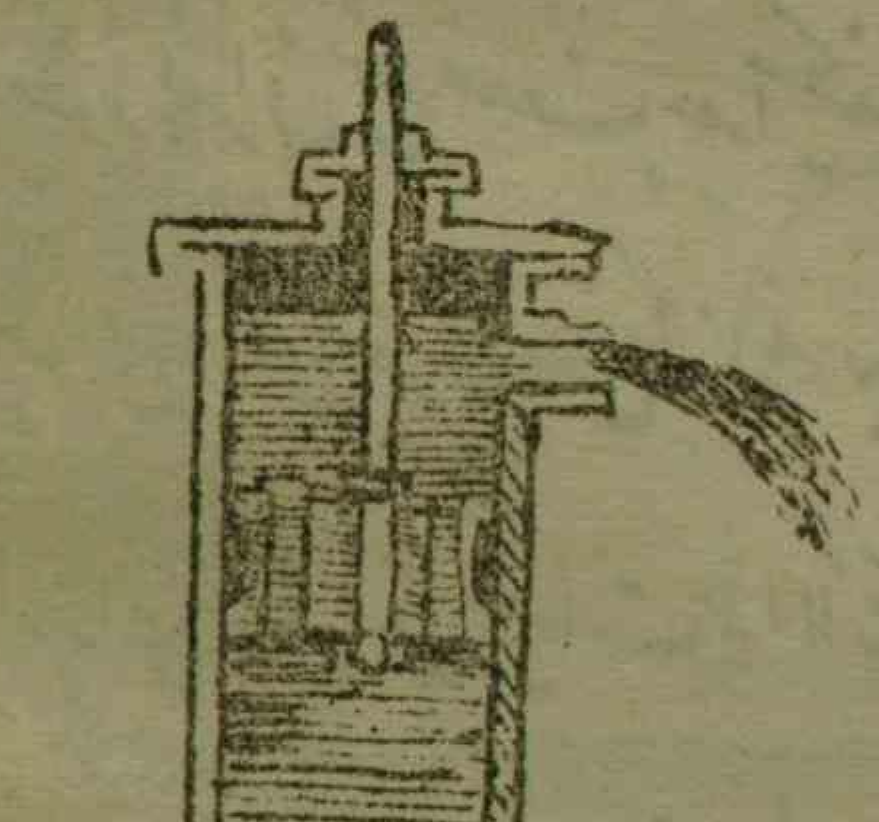
با آلت تخلیه هوا تجربه های متعدده میتوان نمود از جمله اینکه در زیر سرپوش شمعی روشن میکنند و بنای تخلیه هوا را میگذارند دیده میشود که هرچه هوای سرپوش کم میشود احتراق شمع ضعف پیدا میکند تا عاقبت خاموش میشود دیگر اینکه هرگاه حیوانی در آن سرپوش بگذارند بعد از تخلیه هوا خفه میشود و از اینجا محقق میگردد که برای احتراق و حیات هوا لازم است

(تلمبه)

تلمبه اسبابی است برای بالا آوردن آب از چاه و امثال آن و آن بر چند قسم است یک قسم آن تلمبه تنفسی است که عبارتست از یک تنه تلمبه و پیستونی در آن حرکت میکند که دارای دریچه ایست که از بالا بپائین بسته میشود طرف پائین تنه تلمبه مربوط است به لوله که داخل آب میشود و در محل اتصال تنه تلمبه با این لوله دریچه ایست که از بالا بپائین بسته میشود هرگاه پیستون تلمبه را بالا ببریم دریچه پیستون بواسطه فشار هوای فوقانی بسته شده دریچه تلمبه باز میشود و هوای لوله داخل تنه تلمبه میگردد و چون

پیستون را پائین بریم دریچهٔ آن باز شده دریچهٔ تلمبه بسته میشود (س ۴۵) بعد از آنکه پیستون دو سه مرتبه صعود و نزول کرد هوای لوله خالی شده آب چاه بالا میاید و چون صعود آب چاه بواسطهٔ فشار هوای خارج است بنابر آنچه سابق گفتیم با این قسم تلمبه بیش از ده ذرع نمیتوان آبرا بالا برد

س ۴۵



قسم دیگر تلمبه تلمبهٔ ضغطه

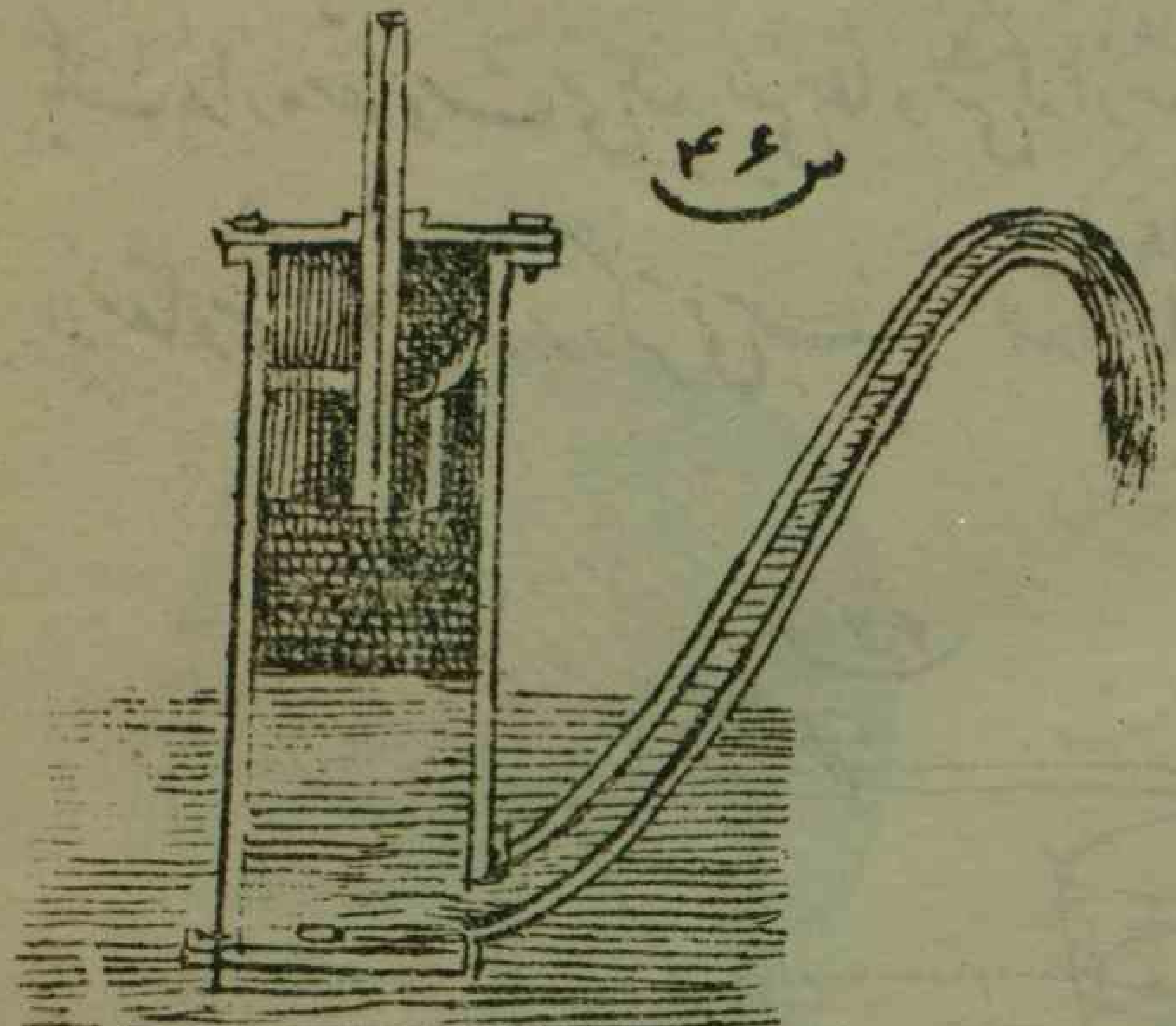
میباشد و آن عبارت است از یک تلمبه که بدون لوله در آب واقع است و قعر آن دریچه دارد که از بالا بپائین بسته میشود ولی در پهلوی تنهٔ تلمبه لوله صاعدی است که آن نیز دارای دریچه ایست که از داخل بخارج باز میشود در این تلمبه هرگاه پیستون را بالا برند آب دریچهٔ تلمبه را باز میکند و داخل

(تلمبهٔ نفخی)

آن میشود و چون پیستون را پائین برند فشار پیستون آب داخل شده

دریچه تلمبه را می بندد و دریچه لوله را باز کرده در آن صعود میکند (ش ۴۶)

بعضی تلمبه ها هست که
هم تنفسی و هم ضغطه است
یعنی هم لوله تنفس
دارد هم لوله صاعد
و در این دو قسم تلمبه
ارتفاع آب محدود



ش ۴۶

(تلمبه ضغط)

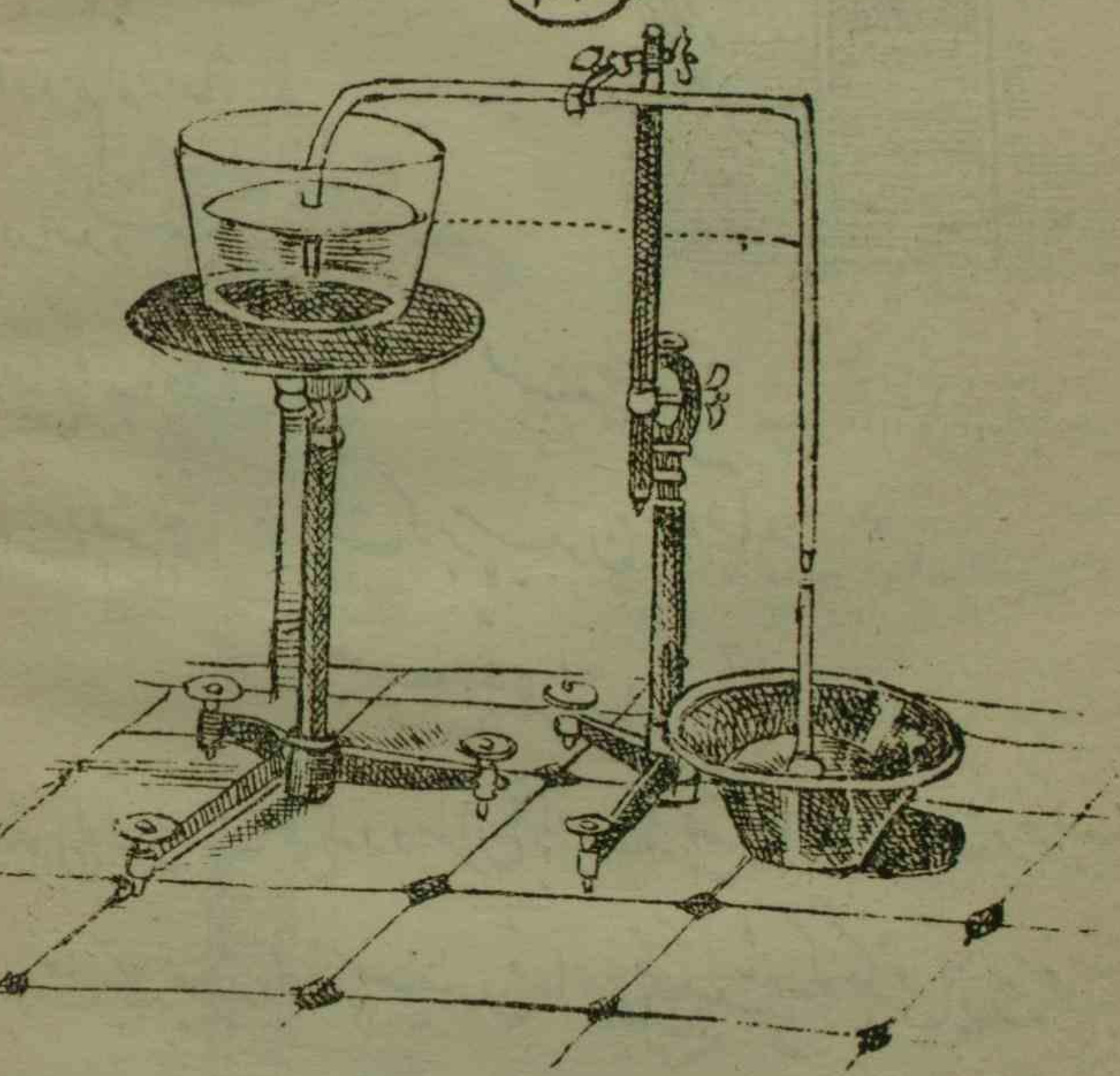
نیست و بسته بفشاری است که بر پیستون وارد میآید

(سیفون)

سیفون لوله ایست منحنی که دو سر آن باز است و بجهة انتقال مایعات از ظرف
بظرف بکار میبرند و شعبه سیفون مساوی نیستند شعبه کوچکتر در آبی که میخواهند
انتقال دهند فرو رفته و شعبه بلند واسطه جریان است برای بکار انداختن سیفون
باید آنرا ابتدا از مایع پر کرد و بعد آنرا داخل مایع نمود در اینصورت مادامیکه
شعبه کوچکتر در مایع است آب بلا انقطاع جاری میشود و علت جریان آن این است

که فشار هوا در دهانه هر شعبه یک اندازه است ولی از طرف مایع درون سیفون
یک اندازه مقاومت نمی‌بیند یعنی مقاومتی که از شعبه کوچکتر می‌بیند کمتر است
از مقاومتی که در شعبه بزرگتر می‌بیند لهذا فشاری که از هوا بر دهانه شعبه

ش ۴۷

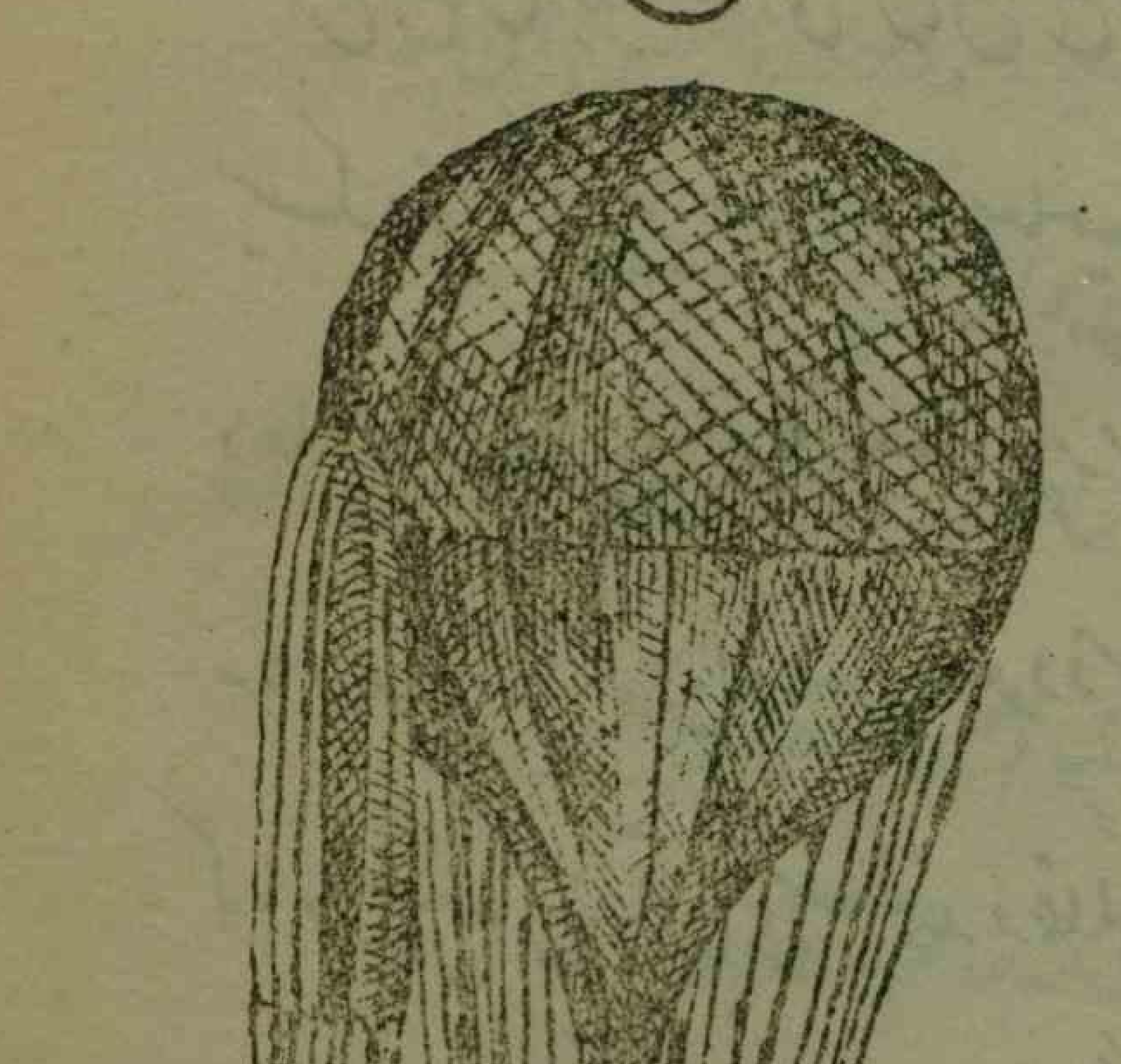


کوچکتر وارد میاید بر فشار طرف دیگر غلبه میکند دایم مایع را متصل جاری
میسازد (ش ۴۷)

(بالون)

همانطور که اجسام بواسطهٔ فشار از تحت بفوق در آب سبکتر میشوند هوا هم چون فشار

س ۴۸



بالون

از تحت بفوق دارد اجسامی که
در او غوطه ورند وزن ظاهرشان
از وزن حقیقی کمتر است
اجسامی که در هوا شناورند سه حال دارند
یا از هوا سنگین ترند در اینصورت
بطرف زمین ساقط میشوند یا وزنشان
با وزن هوا مساویست در اینحال
در هوا شناورند یا اینکه از هوا سبکترند
در اینحالت صعود میکنند و این آخرین
حال دود و بخارات و بالون
بالون کره عظیمی است از پارچه
روغن زده آنرا پر از بخار میکنند که سبکتر از هوا باشد (س ۴۸) و بنابراین

حجم آن زیاد میشود و وزن آن کم و فشار از تحت بفوق هوا بر وزن آن غلبه کرده

آن را بالا میبرد

اختراع بالون تقریباً صد و سی سال قبل واقع شده سابقاً آن را از هوای گرم پر

میکردند لکن بواسطه بعضی از معایب و مخاطرات آن رسم را رها کردند

و حالا غالباً بالون را از گاز چراغ پر می‌کنند

هرگاه بخواهند با بالون انسان را صعود دهند در زیر آن زورق کوچکی میآویزند

که بالون نشینان در آن می‌نشینند و غالباً این اشخاص کیسه های ریگ

همراه خود میبرند که هرگاه بالون در جائی که منافی میلشان باشد بخواهد پائین

آید آن کیسه ها را بیندازند تا بالون سبک شود و باز در هوا صعود کند

بالون نشینها همیشه همراه خود اسبابی دارند شبیه بچتر که آن را پاراشوت گویند

و آن برای اینست که وقتی بخواهند از زورق پائین بیایند آنرا باز کرده

با آن سقوط کنند و بواسطه مقاومت هوا سقوط با پاراشوت آهسته و

بی خطر واقع میشود

حرکت این بالونها باختیار انسان نبوده و مسافرت با آنها مخاطرات زیاد

داشته و بسیار اشخاص در این مسافرتها هلاک شده اند معهذا اکثر علما
محض تجربه های علمی با بالون صعود نموده و تا قریب یکفرسخ بالا رفته اند ولیکن
در آن بلندیها هوا بکلی تاریک و بسیار سرد بوده و تنفس در آن بشدت مشکل
و با این تفصیل از این مسافرتهای هوائی نتایج علمی زیاد گرفته اند
در این چند سال آخر بالونهائی ساخته اند که اختیار حرکت آنها
بدست انسان است و شخص میتواند با آنها
در هوا مسافرت کند همانطور که در دریا
با کشتی مسافرت میکنند اما هنوز جز
در جنگها آنرا بکار نینداخته اند
و مجال نشده است که
فواید دیگر از آن
حاصل شود

باب دوم حرارت

(فصل اول میزان الحراره)

همه کس اثر حرارت را در بدن انسان میداند ولی حرارت همان طور که در بدن انسان

و حیوان اثر دارد در اجسام غیر ذی روح نیز موثر است چنانکه اگر جسمی را نزدیک

آتش بریم گرم و چون از آن دور می کنیم سرد میشود و نباید گمان کرد که گرمی

و سردی دو چیز است بلکه سرما وجود ندارد و فقط عبارتست از کمی حرارت

اثر حرارت در اجسام فقط گرم کردن نیست اثر دیگر هم دارد و آن اینستکه

خلل و فرج بین ذرات اجسام را بزرگ میکند و ذرات آنها را از هم دور میسازد

بعبارة اخری اجسام را منبسط میکند و برای اثبات این امر تجارب مختلفه میتوان

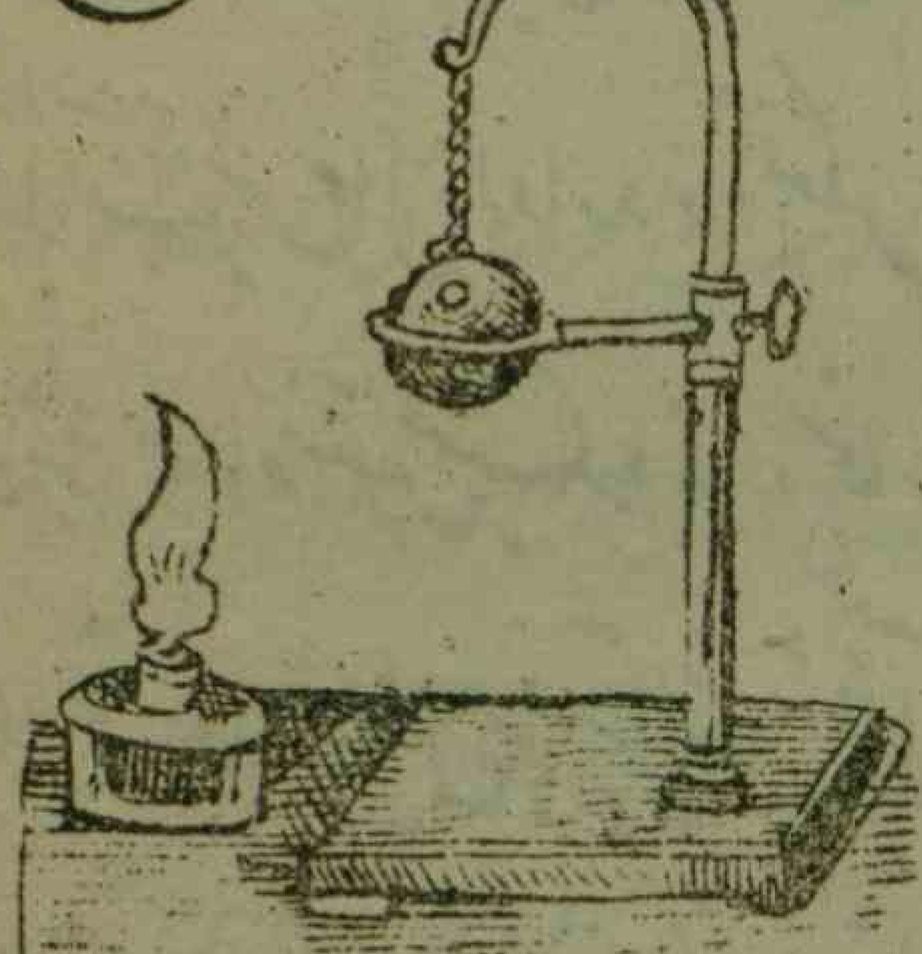
نمود و انبساط را که نتیجه حرارت است هم در جامدات و هم در مایعات و هم

در بخارات میتوان ثابت کرد لکن از همه سهلتر این است که شخص آبرا در ظرفی

ریخته گرم کنند می بینید که حجم آب زیاد میشود و ممکن است کار بجائی برسد که آب در ظرف لبریز شود

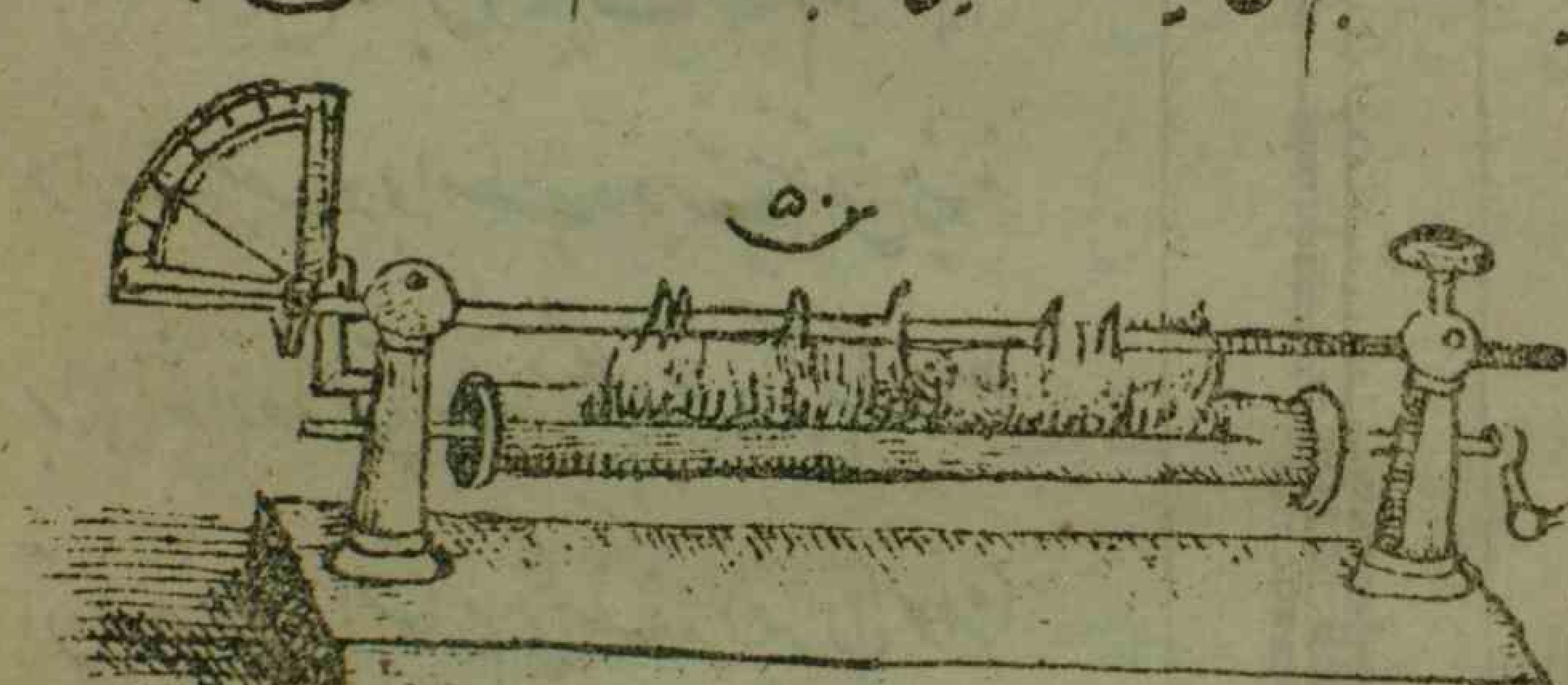
برای ظاهر کردن انبساط جامدات دو تجربه معمول است یکی تجربه

س ۴۹



کره و آن اینست که کره از مس را
طوری میسازند که وقتی سرد باشد
از یک حلقه فلزی عبور کند همان
کره را هرگاه گرم کنند دیده میشود
که از حلقه عبور نمیکند و این دلیل
بر اینست که حجم آن زیاد شده یعنی منبسط شده است (س ۴۹)

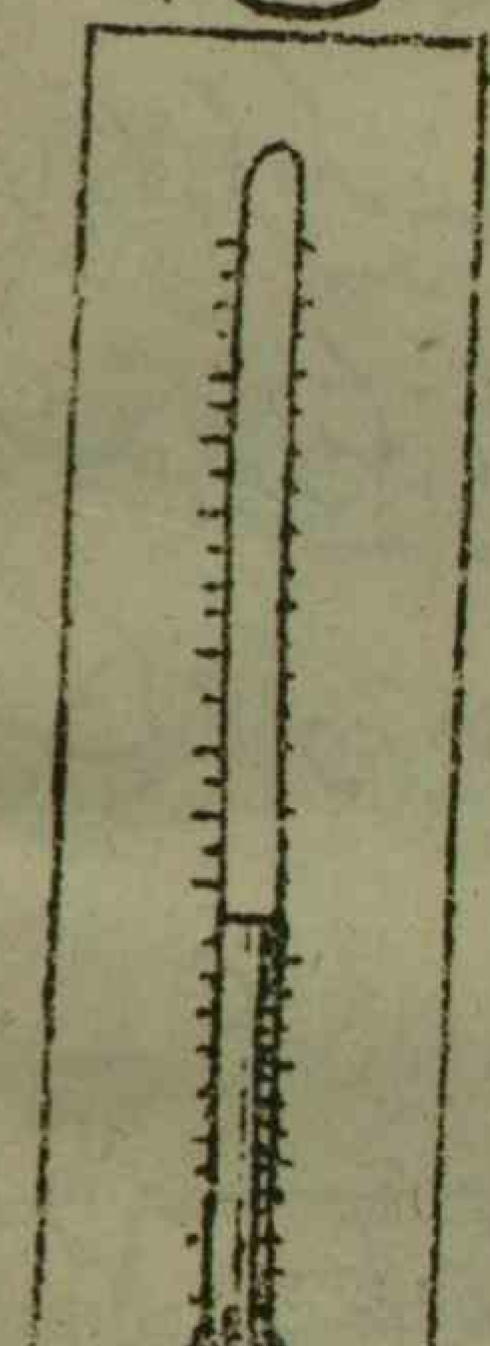
س ۵۰



تجربه دیگر اینست که میله از فلز را که مجاور عقربکی قرار داده باشند گرم میکنند و
دیده میشود که هرچه میله گرم تر میشود عقربک را عقب تر میزند یعنی بلندتر میشود (س ۵۰)

هرگاه حرارت زیاد شد علاوه بر انبساط اجسام را استحاله نیز میدهد باین معنی
که جسم اگر جامد باشد هرگاه حرارت در آن زیاد شود مایع میشود مثل یخ که بواسطه
حرارت آب میشود و همچنین مایعات بواسطه حرارت مبدل به بخار میشوند
چنانکه آب همین حال را دارد و بالعکس هرگاه حرارت کم شود یعنی برودت
زیاد شود اجسام منقبض میگردند و بخارات بحال
میعان و مایعات بحال جمود میآیند مثلاً آب هرگاه
برودت زیادی می بیند منجمد و مبدل بیخ میشود
این خاصیت اجسام را که بواسطه
حرارت منبسط و بواسطه برودت منقبض میشوند
برای اندازه گرفتن حرارت بکار میبرند و آلتی را که بواسطه
آن درجه حرارت را معلوم میکنند (میزان الحراره)
گویند و آن عبارتست از لوله باریکی که در منتهای

(ش ۵۱)



تحتانی آن مخزن کوچکی است پر از زیبق (ش ۵۱) هر وقت حرارت زیاد
شود زیبق منبسط شده در لوله بالا میرود و هر وقت حرارت کم شود زیبق

در لوله منقبض شده پایین می‌آید پس صعود و نزول زیبق میزان الحراره دلیل بر
شدت و ضعف حرارت است

اما برای اینکه درجه حرارت بدقت معلوم شود دو نقطه معین اختیار کرده‌اند
که همیشه تغییر ناپذیر است یکی در سمت تحتانی لوله میزان الحراره دیگر در سمت فوقانی
آن نقطه تحتانی عبارتست از حرارت ذوب یخ و این حرارت در همه جا و همه
وقت بیک اندازه است یعنی همه جا و همه وقت یخی که در حال ذوب باشد یا آنکه
در حال انجماد باشد یک اندازه معین حرارت دارد و کم و زیاد نمی‌شود برای
تعیین کردن این نقطه میزان الحراره را در قطعه یخ فرو میبرند زیبق لوله هر جا
ایستاد آن نقطه را نشان کرده مقابل آن صفر مینویسند

نقطه فوقانی درجه حرارت آب جوش است باین معنی که آبی که در حال جوشیدن است
هر جا و هر وقت باشد بدرجه معینی حرارت دارد که آن هم کم و زیاد نمی‌شود
پس برای تعیین این نقطه میزان الحراره را در آب جوش فرو میبرند
هر جا زیبق ایستاد آن نقطه را نشان می‌کنند و عدد صد مقابل آن مینویسند
چون این دو نقطه تحتانی و فوقانی بدست آمد فاصله بین

آنها را صد قسمت می کنند و هر قسمت را یک درجه گویند پس هرگاه حرارت
جسمی را بخواهیم اندازه بگیریم میزان الحراره را با آن نزدیک می کنیم بواسطه
حرارت آن جسم زیبق میزان الحراره کم یا زیاد صعود و نزول میکند اگر
حرارت آن جسم از حرارت یخ بیشتر باشد زیبق در مقابل یکی از درجات
فوق میایستد و اگر حرارت جسم کمتر از حرارت یخ باشد زیبق در مقابل
یکی از درجات تحت صفر میایستد و در هر صورت بواسطه خواندن عدد
مقابل درجه که زیبق آنجا ایستاده میزانی از گرمی و سردی جسم بدست میاید

میزان الحراره را با الکل هم میسازند اما میزان الحراره زیبقی و
الکلی را هر کدام در مواقع مخصوص بکار میبرند یعنی میزان الحراره الکلی برای تعیین
برودتهای زیاد است زیرا که الکل در صد و سی درجه زیر صفر منجمد میشود و حال آنکه زیبق در
چهل درجه زیر صفر منجمد میگردد و در عوض برای تعیین حرارتهای زیاد میزان الحراره الکلی نمیتوان
بکار برد زیرا که الکل تقریبا در هشتاد درجه فوق صفر بجوش میاید و در حرارت زیاد میزان الحراره
زیبقی خوبست بواسطه اینکه جوشیدن زیبق ۳۶۰ درجه حرارت لازم دارد

فصل دوم انقباض و انبساط اجسام و استحاله آنها بواسطه حرارت

(نتایج انقباض و انبساط اجسام)

مذکور داشتیم که اجسام بواسطهٔ حرارت منبسط میشوند و بواسطهٔ برودت یعنی کمی

حرارت منقبض میگردند این امر نتایج بسیار دارد و در این جا چند فقره

محض مثال ذکر میکنیم

هرگاه در گیلاس بلوری ناگهان آب جوش بریزیم میترکد جهة آن اینست که

درون گیلاس بواسطهٔ حرارت آب جوش منبسط میشود ولی بیرون آن چون

حرارت نمی بیند بحال انقباض باقی است بانیواسطه اجزاء گیلاس

بلور از حال اعتدال خارج شده میترکد

در ساختمانها هر وقت فلز بکار میبرند باید ملاحظهٔ انقباض و انبساط آنها را در زمستان

و تابستان بکنند مثلاً اگر تیرهای آهنی یا ورقهای آهنی بکار میبرند باید

ملتفت باشند که این تیرها یا ورقه ها در تابستان منبسط میشوند پس باید میان

آنها فاصلهٔ قرار داد والا در موقع انبساط کج و معوج میشوند و در ساختن راه

آهن و نصب میله های آهنی همین ملاحظه در کار است

در میان تمام اجسام آب خاصیت غریبی دارد و آن اینستکه مثل تمام

اجسام چون حرارت می بینند منبسط میشود اما چون برودت می بینند در همه حال

انقباض نمییابد یعنی مادامیکه برودت آب از چهار درجه بالای صفر زیادتر شده

منقبض میشود ولی چون از چهار درجه پائین رفت باز بنای انبساط میگذارد و همچنین

این انبساط باقیست تا وقتیکه به صفر برسد و منجمد شود بنابراین حجم یخ از حجم آب زیادتر

شده و از اینجهة یخ سبکتر از آبست از اینرو معلوم میشود که منتهای ثقل آب

در حرارت چهار درجه است و بایتواسطه فرانسویان حجم یک سانتیمتر مکعب آبرا

در چهار درجه واحد وزن قرار داده اند و آنرا گرم خوانند

چنانکه مذکور داشتیم بخارات انبساط و انقباض زیادی دارند و اینمسئله نتایج

مهمه دارد مثلاً در منازل و اطاقها چون هوا بواسطه جمعیت زیاد فاسد و گرم

شد منبسط میشود و صعود کرده از منافذ عالیه خارج میگردد و هوای خالص

خنک جای آنرا میگیرد

جریان هوا در دودکش بخاریها نتیجه انبساط آنست و هر قدر لوله دودکش بلندتر

باشد جریان هوا سریعتر است خلاصه انبساط هوا برای خوبی و سلامت

آن فایده زیاد دارد زیراکه اسباب جریان آن میشود و حال آنکه اگر

دائماً ساکن بود متعفن و کثیف میشد و باد چیزی نیست مگر جریان هوا و علت آن

انقباض و انبساط هواست در نقاط مختلفه بواسطه اختلاف حرارت

وزن مخصوص جامدات و مایعات را چنانکه سابقاً گفتیم بوزن آب هم

حجم خودشان نسبت میدهند اما برای تعیین وزن مخصوص بخارات وزن

هوای هم حجم آنها را واحد قرار میدهند و وزن آنها را نسبت بهوا میسنجند

اما چون بخارات بواسطه انبساط و انقباض بسرعت تفاوت حجم پیدا میکنند

در تعیین وزن آنها لازم است درجه حرارت و فشار آنها را نیز تعیین نمایند

و رسم چنین شده است که درجه حرارت صفر باشد و درجه فشار یک فشار

هوا یعنی در هر سانتیمتر مربع هزار و سی و سه گرم پس هر وقت بگویند وزن

مخصوص فلان بخار مثلاً پانزده است معنی آن اینست که بخار مذکور در صفر درجه

حرارت و یکفشار هوا در حجم واحد پانزده برابر هوا وزن دارد؛

وزن مخصوص بخارات را چون بهم بسنجیم دیده میشود که ید وزن از

همه سنگینتر است

(ذوبان)

سابقاً گفته ایم که اثر حرارت در اجسام منحصر بانبساط و انقباض نیست بلکه ممکن است

اجسام را مستحیل کند یعنی جامد مایع شود و مایع بخار گردد و بالعکس بواسطهٔ نقصان

حرارت بخار مایع و مایع جامد شود

مستحیل شدن جامد را بمایع بواسطه حرارت ذوبان گویند و باید دانست که درجهٔ

حرارتی که برای ذوب اجسام لازم است مختلف است و هر جسمی در حرارت

معین ذوب شود

ذوبان اجسام بر وفق این دو قاعده است

اولاً هر جسمی در حرارت معین ذوب میشود و آن حرارت تغییر ناپذیر است مثلاً

یخ در صفر درجه ذوب میشود و موم در شصت درجه و گوگرد در صد و یازده درجه

و قلع در ۲۲۸ درجه و سرب در ۳۳۴ درجه و نقره در هزار درجه و طلا

در ۱۲۵۰ درجه و آهن در هزار و پانصد درجه

ثانیاً از وقتیکه جسم شروع بذوب شدن میکند حرارت آن متوقف میماند و هر قدر

حرارت بآن بدهند گرم نمیشود تا وقتیکه جسم تماماً ذوب شده باشد

علت این امر این است که در حین ذوب شدن جامد هر چه حرارت هست

صرف ذوب کردن آن میشود

(انحلال)

انحلال عبارتست از مایع شدن جسم بکمک مایع دیگر مثلاً قند و نمک و بسیاری از اجسام در آب حل میشوند و مایع میگردند بسیاری اجسام هم در آب حل نمیشوند ولی در مایعات دیگر حل میشوند چنانکه خیلی از اجسام که در آب محلول نمیشوند در الکل حل میشوند

غالب اجسام انحلالشان در مایعات حدی دارد یعنی کمقدار معینی از جسم را در مقدار معینی از مایع میتوان حل نمود و زیاده بر آن ممکن نیست هر وقت مایع تمام آنچه که ممکن است از جسمی حل کرده باشد میگویند اشباع شده است و غالبا درجه اشباع مایع را میتوان بواسطه ازدیاد حرارت بالا برد یعنی اگر مایع را گرم کنند بیشتر میتواند جسمی را حل کند تا وقتی که سرد است

(مخلوطهای مبرّد)

هر وقت جسمی از حال جمود بحال میعان بیاید مقداری حرارت از آن تلف میشود لهذا مایع شدن جامد را برای تحصیل برودتهای زیاد بکار میبرند و آن

غالباً بدین طریق است که دو جسم را که یکی از آنها جامد و دیگری مایعست با هم مخلوط می کنند جسم جامد شروع بانحلال میکند و میخواهد مایع شود و با دیگری مرکب گردد لهذا از اطراف خود حرارت جذب میکند و جای آن را برودت میگیرد ترکیب یخ و برف با نمک انحلال دارد و ممکن است برودت این مخلوط تقریباً به بیست درجه زیر صفر برسد و بهمین جهت برای ساختن بستنی نمک را با یخ مخلوط میکنند و این مخلوطها را مخلوط مبرد گوئیم

(انجماد)

انجماد عبارتست از استحاله مایع بجامد بواسطه برودت و آن در تحت دو قاعده ذیل است

اولاً درجه حرارت انجماد برای هر جسمی معین و تغییر ناپذیراست و همان درجه حرارت ذوبان آن میباشد مثلاً همانطوری که یخ در صفر درجه حرارت ذوب و مبدل به آب میشود آب هم در صفر درجه حرارت منجمد و مبدل به یخ می گردد

ثانیاً از وقتی که جسم شروع بانجماد مینماید حرارت مایع ثابت میماند تا وقتی که تمام جسم منجمد میشود

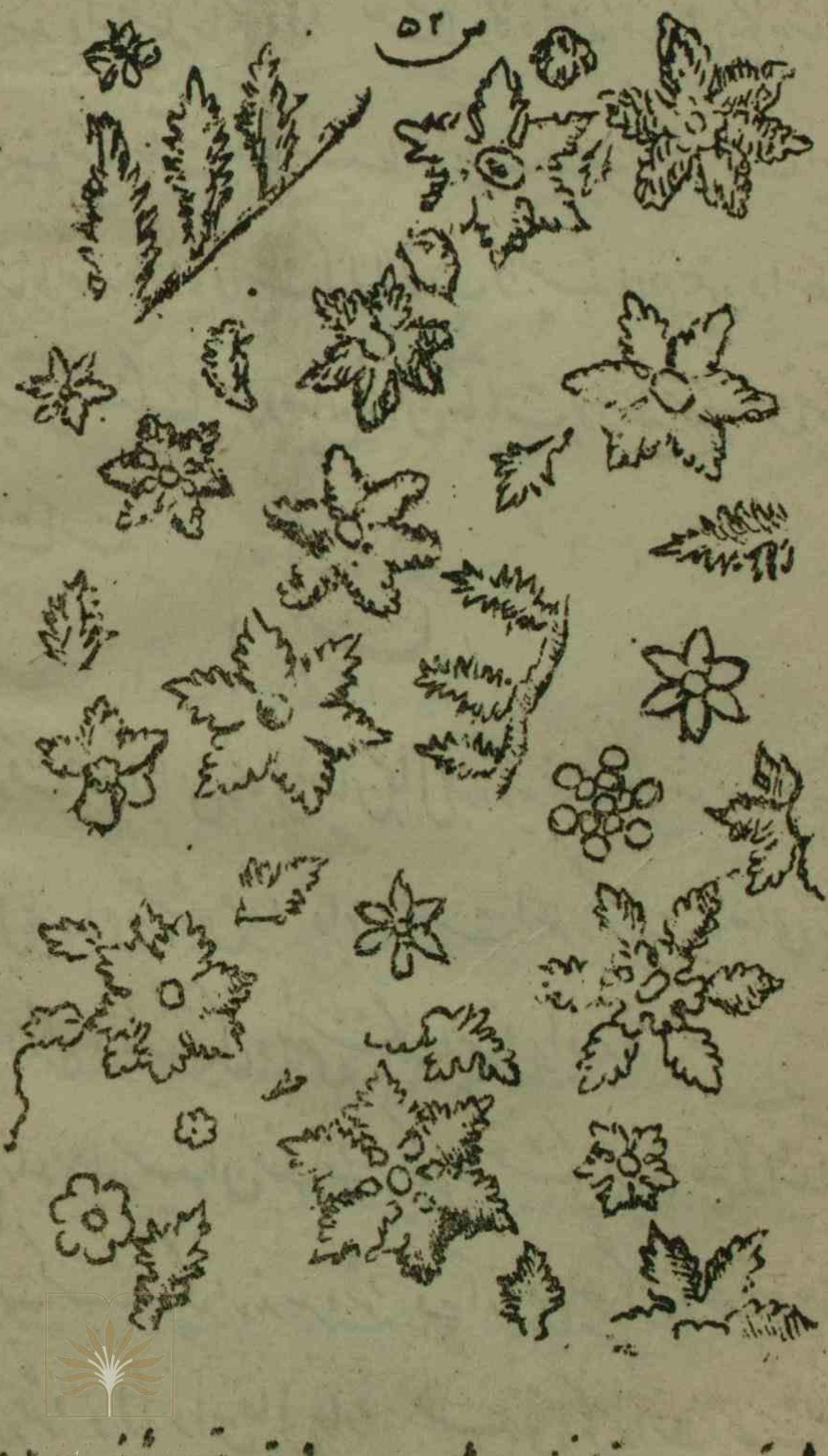
سایر بر این دیده ایم که آب چون بصفر درجه حرارت نزدیک میشود برخلاف سایر اجسام منبسط میگردد یعنی حجم یخ زیادتر از آبست و بنابراین سبکتر از آب میباشد و این مسئله نتایجی دارد مثلاً هرگاه آب در ظرفی یخ ببندد آن ظرف میترکد علت همان منبسط شدن آب در حین انجماد است و این قوه انبساط بقدری زیاد است که لوله توپ را میتوان بهمین واسطه ترکانید ترکیدن سنگ و آجر و ضایع شدن نباتات بواسطه یخ بندان نیز بهمین جهتست

(تبلور)

هر وقت جسم به آرامی از حال سیلان بحال جمود آید غالباً بشکل هندسی اختیار میکند و شکل بلورهای بهم آمیخته میشود و این خاصیت را تبلور گویند و اغلب برف و یخ و زاج و نمک ترکی و بعضی سنگها اینحال را دارند

جسم را بدو طور میتوان متبلور نمود یکی بطور خشکی بدین وضع که ابتدا آنرا ذوب کنند و بگذارند سرد شود و به آرامی منجمد گردد و در آن صورت متبلور میشود دیگر گوگرد این حال دارد طریق دیگر بواسطه رطوبت یعنی جسم را

حل میکنند و پس از آن میگذارند که مایع آن باهستگی بخار شود و جسم راسب گردد چنانچه



ش ۵۲

که راسب شد متبلور است مانند نبات و شوره و املاح باین قسم متبلور میشوند (ش ۵۲)

(تبخیر)

تبخیر عبارتست از بخار شدن مایعات بواسطهٔ حرارت

مایعات از بابت احداث بخار بر دو نوع میباشند بعضی از آنها یعنی بالطبیعه وقت بخار میشوند اگرچه حرارت زیاد نبینند مثل آب و الکل و از بعضی دیگر یابت آنها یعنی بخار نمیشوند و اگر آنها را حرارت بدهند تبخیر میگردند مثل مایعات دهنیه

بعضی اجسام در حال جمود نیز بخار میدهند از قبیل یخ و برف که بسیار دیده میشود در هوای سرد بدون مایع شدن مفقود میگردند بواسطهٔ اینکه بخار میشوند اجسام معطر غالبا این حال را دارند در رسیدن عطر آنها بمشام انسان از این بابت است

در خلأ یعنی در فضائی که هوا و بخار دیگر نباشد تبخیر مایعات فوری است و بتدریج واقع میشود و این دلیل است بر اینکه فشار هوا و کلیه فشار مانع از تبخیر است اما حدوث بخار در فضای محدود حدی دارد یعنی پس از آنکه آن فضای محدود به اندازه معینی از بخار پر شود تبخیر متوقف میگردد در آن صورت گویند فضا از آن بخار اشباع شده است

تبخیر مایعات که بالطبیعه بطی است بواسطه بعضی عملها ممکن است سریع شود که از آن عملها

زیادی حرارت و علت دیگرکمی فشار است یعنی چون دانستیم که فشار مانع تبخیر است

پس هرچه فشار کمتر باشد تبخیر بهتر است علت دیگر تجدید هواست چه اگر هوائی که روی

مایع است تغییر نکند بزودی از بخار اشباع میشود و دیگر نمیگذارد مایع مبدل به بخار

گردد بنابراین اگر هوا تجدید شود این امر واقع نمیشود و تبخیر بسرعت صورت میگیرد

باین جهت است که هر وقت میخواهند رطوبت از جائی بزودی محو کنند آن را باد

میزنند یا میدمند و خشک شدن رطوبت بواسطه باد نیز بهمین سبب است

علت دیگر کثرت وسعت سطح مایع است یعنی هرچه سطح مایع وسیعتر باشد زودتر

بخار شود

(غلیان)

هرگاه تبخیر مایع بسرعت واقع شود بطوریکه از اندرون مایع حبابهای بخاری خارج شود

این کیفیت را غلیان گویند

هرگاه آب را حرارت دهند ابتدا حبابی که از آنجا خارج میشود بخار آب نیست زیرا

که آب یک اندازه با هوا مخلوط است و این هوا بواسطه حرارت منبسط شده خارج میشود

بعد از آن از طبقات تحتانی آب که گرم شده حبابهای بخار خارج میگردد و بالا

میاید ولی در همین بالا آمدن چون بطبقات سرد آب میرسد سرد میشود و آن حبابها

میترکد صدائی که در ابتدا ، جوشش آمدن آب شنیده میشود از این حرکت و ترکیدن حبابهای

بخار است بعد از آنکه تمام آب گرم شد آنوقت حبابهای بخار از اندرون مایع خارج

میشود و آب بجوشش میاید و غلیان نیز در تحت این سه قاعده است

اولا هر مایع در حرارت معینی بجوشش میاید که در صورت یکسان بودن فشار خارجی

تغیر ناپذیر است اما اگر فشار خارجی زیاد شود حرارت غلیان نیز بالا میرود یعنی مایعی

که با فشار متعارفی بواسطهٔ حرارت معینی بجوش میاید هرگاه فشار زیادتری بر آن

وارد آورند باید برای جوشش آوردن آن حرارت را نیز زیاد کرد

ثانیاً همین که مایع بغلیان آمد هر قدر حرارت را زیاد کنند درجه حرارت مایع بالا نمیرود

ثالثاً در حینی که مایع در غلیان است قوه انبساطیه بخار آن مایع معادل است با

فشار خارجی که بر سطح مایع وارد میاید

سابقاً مذکور داشته ایم که آب در صد درجه حرارت بجوش میاید اکنون گوئیم بنا بقاعده

اول هرگاه فشار را بر سطح آب زیادتر از فشار متعارفی هوا بکنند حرارتی فوق صد درجه

لازم است تا بجوشد و اگر فشار از فشار متعارفی هوا کمتر باشد در کمتر از صد درجه حرارت

میجوشد و بهمین جهت در نقاط عالیه چو مثلاً در بالای کوه ها آب زودتر از نقاط پست

بجوشش میآید

(دیگ پاپن)

آنچه در باب تبخیر و غلیان تا بحال گفته ایم راجع بمایعاتی است که در ظرف سرباز باشند

ولی اگر مایع در ظرف مسدودی باشد هرچه آن را حرارت دهند بغلیان نمی آید بلکه

حرارت آن زیاد میشود و در اینموقع حرارت مایع از حرارت غلیان آنهم ممکن است تجاوز کند

مثلاً اگر آب را در ظرف مسدودی حرارت دهیم ممکن است خیلی بیش از صد درجه

حرارت پیدا کند و در اینصورت بخاری که تشکیل می یابد دارای قوه ارتجاعیه زیاد است

و هرچه حرارت بیشتر شود قوه ارتجاعیه و انبساطیه بخار زیادتر میشود چنانکه

ممکن است ظرف را بترکاند

برای نمودن این امر تجربه مخصوص میکنند و ظرفی میسازند که آن را دیگ پاپن می گویند

و عبارت از دیگی است که سر آن را محکم می بندند و نصف آن را پر از آب می کنند و

حرارت می دهند بخاری که احداث میشود ممکن است معادل چندین برابر فشار هوا

قوه انبساطیه پیدا کند و چون ممکن است این قوه انبساطیه دیگ را بترکاند برای آن

یک دریچهٔ اطمینان

قرار میدهند س ۵۳

یعنی دریچه که روی آن

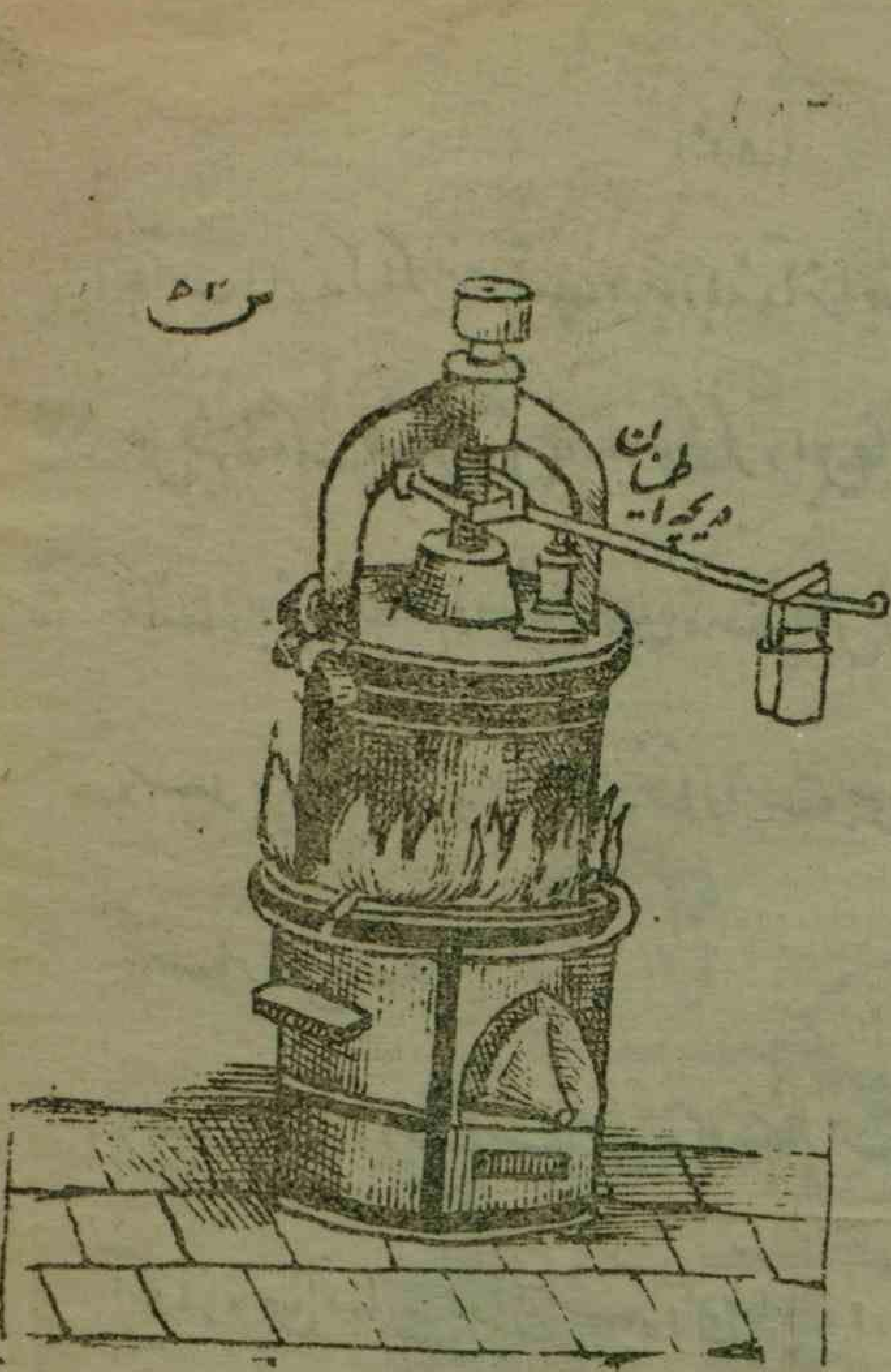
با اهرمی وزنه قرار

داده اند که تا اندازه که

دیگ طاقت دارد با

فشار بخار مقاومت میکند

ولی وزنه طوریست که



صورت دیگ پاپین

هرگاه قوه بخار از اندازهٔ طاقت دیگ تجاوز کرد بر مقاومت وزنه غلبه نموده دریچه

را بلند میکند و مقداری از بخار خارج شده خطر مرتفع میگردد

بخاری که بطریق مزبور احداث میشود قوه حلالیتش زیاده از آب متعارفی است

و بهمین جهت دیگ پاپن را برای استخراج مادهٔ ژلاتین از استخوان بکار میبرند

(میعان بخارات)

مایع شدن بخارات چند سبب دارد اوّلاً میل ترکیبی یعنی بعضی مواد چنان میل ترکیب شدن

باآب دارند که اگر بخار آب درهوا باشد آنرا جذب نموده مایع میکنند و خود در آن

حل میشوند نمک طعام و آهک و جوهر گوگرد این خاصیت را دارند بایجهت است که

نمک و بعضی اجسام را هرگاه یک مدت بحال خود بگذاری مرطوب میشوند

وسیله دیگر مایع شدن بخارات فشار است یعنی بواسطهٔ فشردن بخارات میتوان

آنهارا مایع نمود

وسیلهٔ دیگر برودت است یعنی هرگاه بخارات اسرد کنیم مایع میشوند مثل اینکه بخار

آبیکه از دهن انسان و حیوان بیرون میآید و در تابستان بواسطهٔ کمال رقت غیر

مرئی است در زمستان تقریباً مایع میشود

بخارات در وقت مایع شدن حرارت احداث می کنند یعنی حرارتی که بمصرف بخار شدن

آنها رسیده در وقت استحاله بمایع خارج میشود و ظاهر میگردد و باینواسطه حرارت بخار

آبرا میتوان برای گرم کردن عمارتها بکار برد باینطریق که در عمارتها لوله ها میدوانند و در آنها

بخار آب میگردانند حرارت آن بخار که در ضمن میعان خارج میشود عمارت را گرم میکند

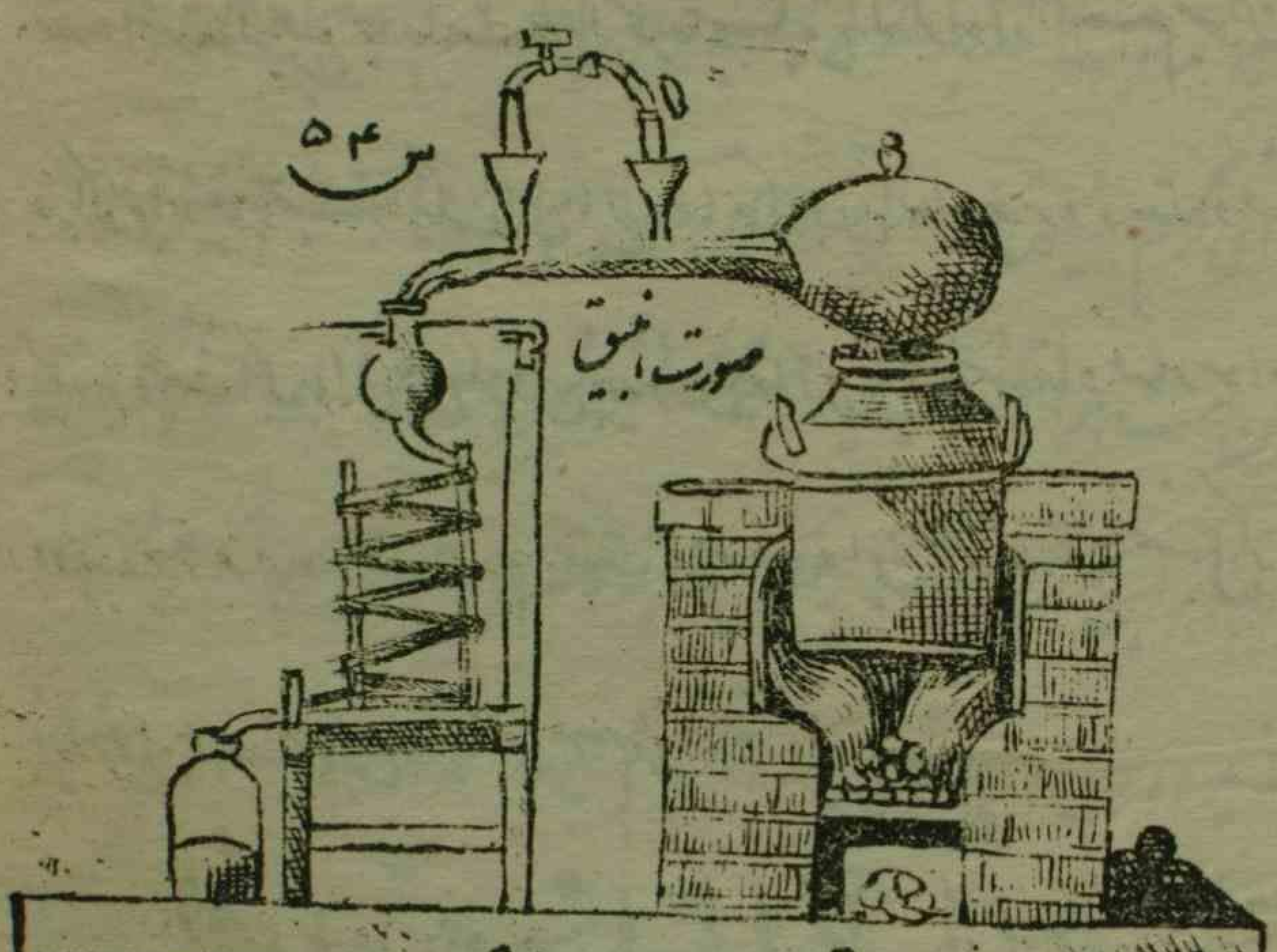
(تقطیر)

تقطیر عبارتست از اینکه مایع را از موادی که در آن محلول است جدا کنند بعبارة

آخری آن را خالص نمایند

اسباب تقطیر را انبیق میگویند و آن عبارت است از دیگی که سرپوش آن لوله

دارد که منتهی میشود به لوله مارپیچی که در آب سرد قرار میدهند ص ۵۴ هرگاه بخواهند



س ۵۴

مایع را تقطیر کنند آن را در آن دیگ گرم می کنند مایع بخار میشود و بلوله مارپیچ میرود

و چون این لوله سرد است بخار مجدداً مایع میگردد و در اینحال خالص است یعنی

از موادی که در آن محلول بوده جدا شده است

ترتیب عرق گرفتن و جوهر کشیدن هم مثل تقطیر است

(انجماد بخارات)

تا چندی قبل عقیده فضلا این بود که بعضی از بخارات طبیعی از قبیل اکسیژن و

هیدروژن و گاز کربنیک ممکن نیست استحاله شده و مایع و یا جامد شوند لکن حالا معلوم

شده است که جمیع بخارات حتی اجزه سابق الذکر هوا را هم میتوان مایع

و بلکه جامد نمود جز اینکه برای مایع و جامد کردن آنها باید برودت و فشار زیاد

بکار برد چنانکه برای مایع کردن هیدروژن معادل صد و هشتاد فشار هوا و دویست

درجه زیر صفر برودت لازم است و امروزه این مقصود را حاصل کرده و

هیدروژن و هوای مایع و جامد هم میسازند

فصل سوم میزان الرطوبه و بارجویه

(میزان الرطوبه)

میزان الرطوبه آلتی است برای معلوم کردن درجه رطوبت هوا یعنی کیفیت بخار آبی که

در هوا موجود است لکن باید دانست که میزان الرطوبه مقدار بخار آبی را که در هوا هست

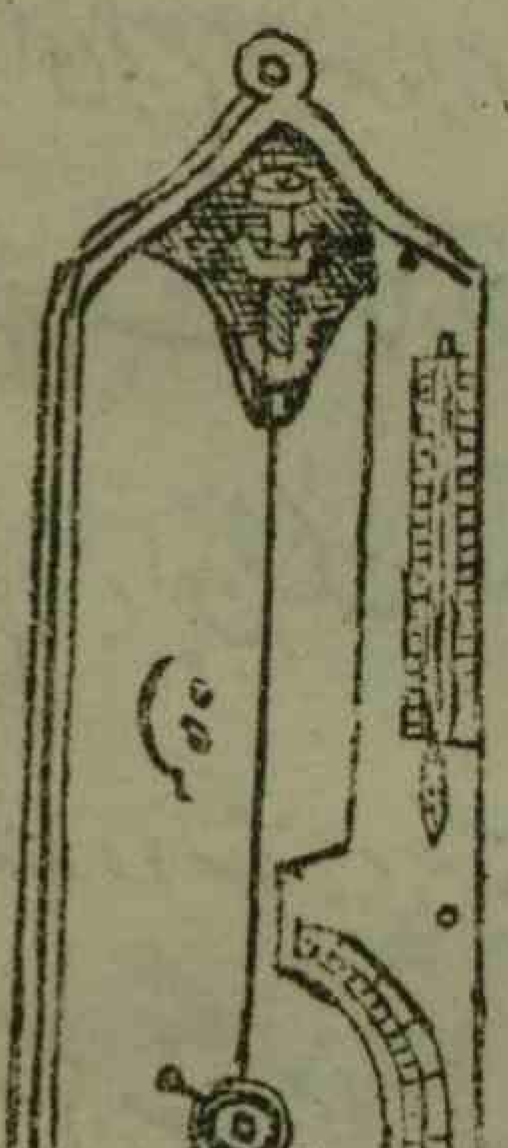
معلوم نمیکند و رطوبت و خشکی هوا هم از بابت کمی و زیادی بخار آب آن نیست بلکه

بنسبت دوری و نزدیکی هوا بنقطه اشباع از بخار آب میباشد باین معنی که هر قدر
هوا از بخار آب بدرجه اشباع نزدیکتر باشد مرطوب تر است و بر عکس هر چه از نقطه
اشباع دورتر باشد خشک تر است و نتیجه این امر اینست که بسیار اتفاق میافتد که
بخار آب در هوا زیاد باشد و معهذا هوا خشک باشد و ممکن است بخار آب در هوا کم
باشد و هوا مرطوب باشد زیرا که هوا هر چه گرم تر باشد درجه اشباع آن بالا میرود
یعنی هوای گرم بیشتر از هوای سرد بخار آب لازم دارد تا بدرجه اشباع برسد
پس ممکن است هوا بخار آب زیاد داشته باشد ولی بواسطه گرمی از نقطه اشباع
دور و بنابراین خشک باشد و بر عکس بسا میشود که بخار آب در هوا کم باشد ولی
بواسطه برودت بدرجه اشباع نزدیک و علیهذا مرطوب باشد بنا بضابطه کلیه
در تابستان مقدار بخار آب در هوا زیادتر از زمستان است ولی بواسطه گرمی
هوا خشک بنظر میاید

مقدار بخار آب هوا تفاوت می کند باختلاف فصول و اقالیم و درجه حرارت
و بعضی کیفیات دیگر ولیکن هوا هیچوقت بکلی خشک یعنی خالی از رطوبت نمیشود

میزان الرطوبه بر چند نوع است و اکثر از موادی ساخته میشود که جذب رطوبت هوا مینماید

از جمله میزان الرطوبه ایست که از مو میسازند یعنی یک رشته مو را گرفته یک سر آنرا ثابت
میکنند و سر دیگر را بقرقره می بندند که مربوط بعقربکی است و یک وزنه هم بقرقره آویخته است
هر وقت هوا خشک میشود رشته مو کوتاه شده عقربک را میپیچاند و چون رطوبت
زیاد شد رشته مو جاذب رطوبت نموده بلند میشود آنوقت وزنه قرقره عقربک را
بطرف مقابل میگرداند و از این درجه خشکی و رطوبت هوا معلوم میشود س ۵۵



میزان الرطوبه

قسم دیگر میزان الرطوبه ایست که از زه میسازند و غالبا
شکل آنرا چنین قرار میدهند که مجسمه کوچکی بشکل کشیش ترتیب
میدهند و کلاهی از مقوا برای او درست میکنند که بواسطه
زه بگردن او بسته شده است هر وقت هوا خشک
میشود زه کوتاه شده کلاه را از سر کشیش عقب میاندازد
و چون هوا رطوبت پیدا کرد زه کشیده شده کلاه را
روی سر کشیش میاندازد س ۵۶

(آثار جویه)

آثار جویه عبارتست از کیفیاتی که در هوا پیدا میشود از قبیل اختلاف درجه حرارت و باد

ش ۵



میزان الحراره

و باران و رعد و برق و امثال آنها

اما اختلاف حرارت در اماکن مختلفه چند علت دارد

اول اختلاف عرض جغرافیائی یعنی هر مکانیکه بخط استوا

نزدیکتر باشد گرم و هرچه بقطبین نزدیکتر باشد سرد است

دوم اختلاف ارتفاع مکان یعنی هرچه مکان

بلندتر باشد سردتر است چنانکه در قلل جبال هوا

بسیار سرد است و در کوههای بلند برف هیچوقت آب نمیشود

سوم اختلاف بادها یعنی در بعضی نقاط بادهای گرم اسباب حرارت هوا میشود

و در نقاط دیگر بادهای سرد اسباب برودت آن میگردد

چهارم مجاورت دریا یعنی نقاطیکه نزدیک بدریا هستند اختلاف هوای تابستان

زمستان در آنجا کم است زمستان بالنسبه گرم و تابستان خنک میباشد

(باد)

عبارتست از جریان هوا که بواسطه اختلاف حرارت نقاط حادث میشود

بادها موسومند باسم جهتی که میوزند یعنی اگر از طرف شمال بوزد باد شمال نامند

میشود و اگر از طرف جنوب باشد باد جنوبی و همچنین باد شرقی و غربی وغیره

در بعضی اماکن بادهای مخصوصی هست که غالباً میوزد مثل اینکه در طهران غالباً باد غربیست بعضی بادها منظمند یعنی دائماً از یک سمت میوزند و آنها در مجاورت خط استوا دیده میشوند

بعضی بادها متناوب است یعنی یک مدت از یک سمت و یکمدت از سمت دیگر میوزد

بعضی بادها مختلفند یعنی هیچ موقع و مدت و جهت معین ندارند و این قسم بادها در غالب نقاط دیده میشود

بعضی اوقات در بیابانهای افریقا و آسیا بادهای گرم خشک میوزد که بسیار موذیست و آنها را باد سموم میگویند

هرگاه باد بطور دائره دوران کند آنرا گردباد نامند و بعضی اوقات گردبادها دیده میشود که بخار و گرد و خاک وغیره را بهم پیچیده بشکل ستونی مرتب میدهند و این قسم باد که آن را دیو باد گویند هم در دریا دیده میشود هم در خشکی و بسیار موحش و اسباب خرابی و مخاطره است

در نسیم های خفیف سرعت حرکت هوا از ثانیه نیم ذرع زیاد تر نیست

بادهای ملائم ثانیه دو ذرع و بادهای شدید ثانیه بیست ذرع سرعت دارند و چون سرعت
باد بسی الی چهل ذرع در ثانیه رسید طوفان است برای تعیین جهت باد آلتی
هست که بواسطه باد چرخیده جهت آنرا معلوم میکند و این آلت را بادنما گوئیم

ابر و مه و باران)

ابر عبارتست از اجتماع بخار آب که بواسطه برودت در نقاط مرتفعه هوا متراکم شده و بدرجه اشباع
رسیده است چون تراکم آن بدرجه رسید که وزن آن زیادتر از هوا باشد بطور قطرات پائین میآید و باران میشود
ابرها را بحسب شکل میتوان بچهار قسمت منقسم نمود چنانکه در شکل دیده میشود س ۵۷



اشکال چهارگانه ابر

مقدار باران باختلاف اماکن و فصول تفاوت می کند و کلیه هرچه بخط استوا نزدیکت

شوند باران بیشتر است

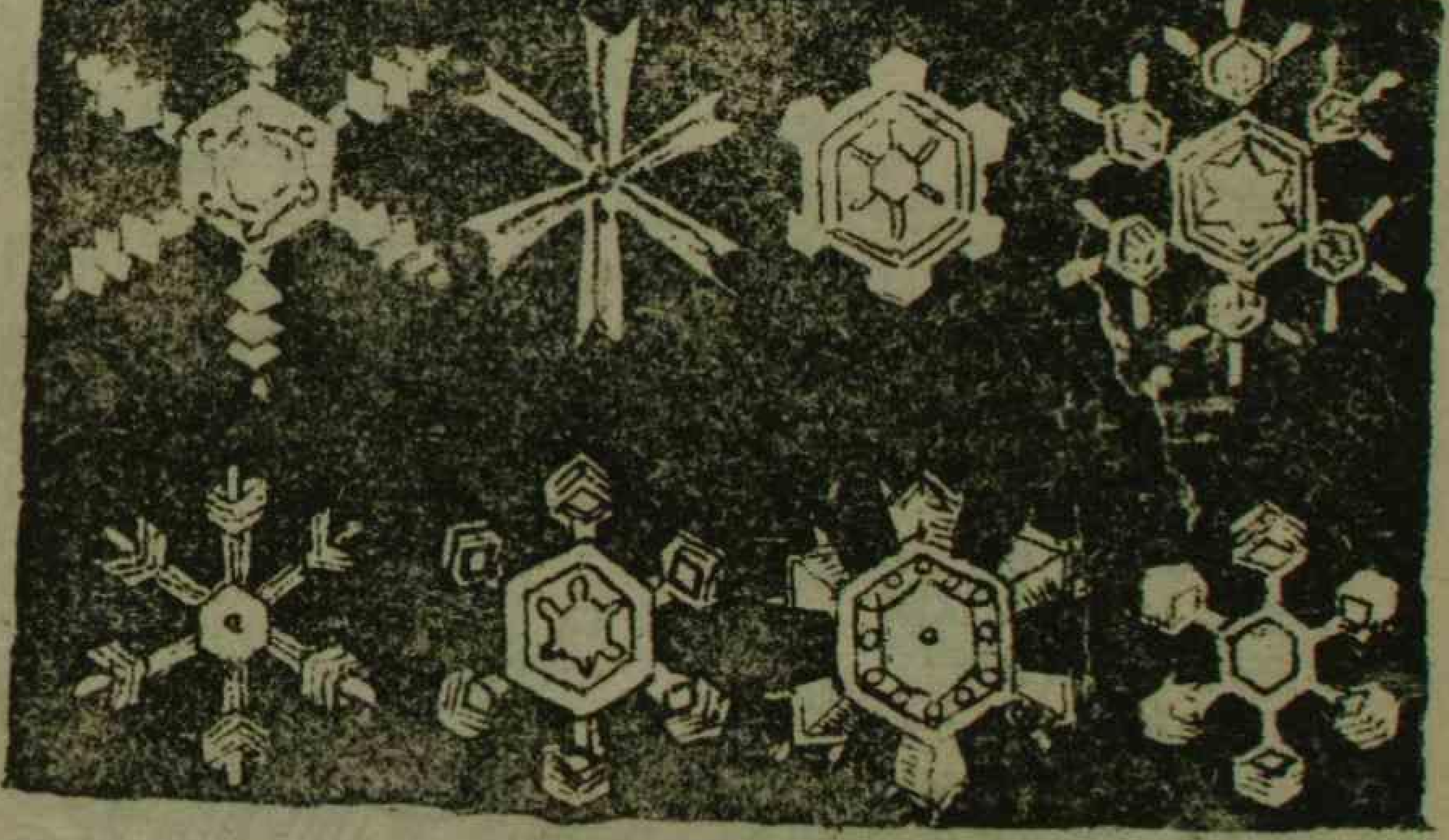
هرگاه بخار آبی که در هوا جمع میشود مجاور زمین باشد تشکیل مه میدهد

(برف)

هرگاه هنگام نزول قطرات ابر حرارت هوا صفر درجه یا قدری کمتر باشد آن قطرات

منجمد شده تشکیل برف میدهد و آن عبارت است از دانه های متبلور شش شعبه یا شش شعبه ش ۵۸

ش ۵۸



صورت دانه های متبلور برف

کثرت باریدن برف بسته است بارتفاع مکان و نزدیکی آن بقطب یعنی مکان هرچه نزدیکتر به قطب

یا ارتفاع آن بیشتر باشد برف در آنجا بیشتر میبارد چنانکه در کوهستان و در نواحی قطب

برف بسیار میبارد

(تگرگ)

علت باریدن تگرگ درست معلوم نیست ولی چون غالباً تگرگ با رعد و برق همراه است

معلوم میشود که الکتریسیته در آن دخالت دارد

شبنم

شبنم عبارتست از قطرات آبی که صبح بر روی گیاه ها و زمین دیده میشود و علت

آن این است که نزدیک صبح هوا سرد شده و بخار آب آن بدرجه اشباع رسیده مایع

میشود و روی نباتات و زمین بشکل قطرات قرار میگیرد

هرگاه در این موارد برودت هوا بصفر برسد رطوبت هوا منجمد شده شبیه برف و یخ میشود

گاهی از اوقات دیده میشود که بدون ابر باران میبارد علت آن اینست که

در حینی که هوا گرم و بخار آب در آن زیاد است یکدفعه برودتی در هوا حادث شود و

بخار آب را بدرجه اشباع رساند

فصل چهارم تشعشع و انعکاس حرارت

(تشعشع حرارت)

هر وقت جسمی در مکانی باشد که از آن گرم تر باشد متدرجاً گرم میشود و اگر مکان از
جسم سردتر باشد جسم کم کم سرد شده حرارت مکان را بالا میبرد و در هر حال وقتی میشود
که حرارت جسم و حرارت مکان بیک اندازه برسد پس معلوم میشود حرارت از
اجسام دائماً خارج شده منتشر میگردد و این انتشار حرارت را تشعشع حرارت گویند
تمام اجسام حرارت منتشره دارند خواه گرم باشند یا سرد زیرا که تمام اجسام کم و بیش
حرارت دار[ند] اینکه ما بعضی از آنها را گرم و بعضی را سرد میدانیم بنابر اینست
که حرارت آنها را بحرارت بدن خود قیاس مینمائیم

بنابر اینکه اجسام دائماً در اطراف خود حرارت تشعشع مینمایند ما بین اجسام همواره مبادله
حرارت واقع میشود پس اگر اجسامیکه مجاور یکدیگرند همه بیک اندازه حرارت داشته
باشند تفاوتی در حرارت هیچ یک مشاهده نمیشود و هرگاه حرارتشان مختلف باشد
آنها که گرم ترند حرارتیکه بدیگران میدهند بیش از حرارتیست که از سایرین میگیرند
باینواسطه گوئیم آنها سرد و سایرین گرم میشوند بعد از آنکه میزان حرارت در همه یکسان شد
باز تشعشع حرارت در کار است لکن چون هیچیک گرمتر یا سردتر نمیشوند ظاهراً چیزی

محسوس نمیگردد

تشعشع حرارت در اطراف جسم از همه جانب و بخط مستقیم واقع میشود و خط مستقیمی را که حرارت در امتداد آن سیر مینماید شعاع حرارت گوئیم

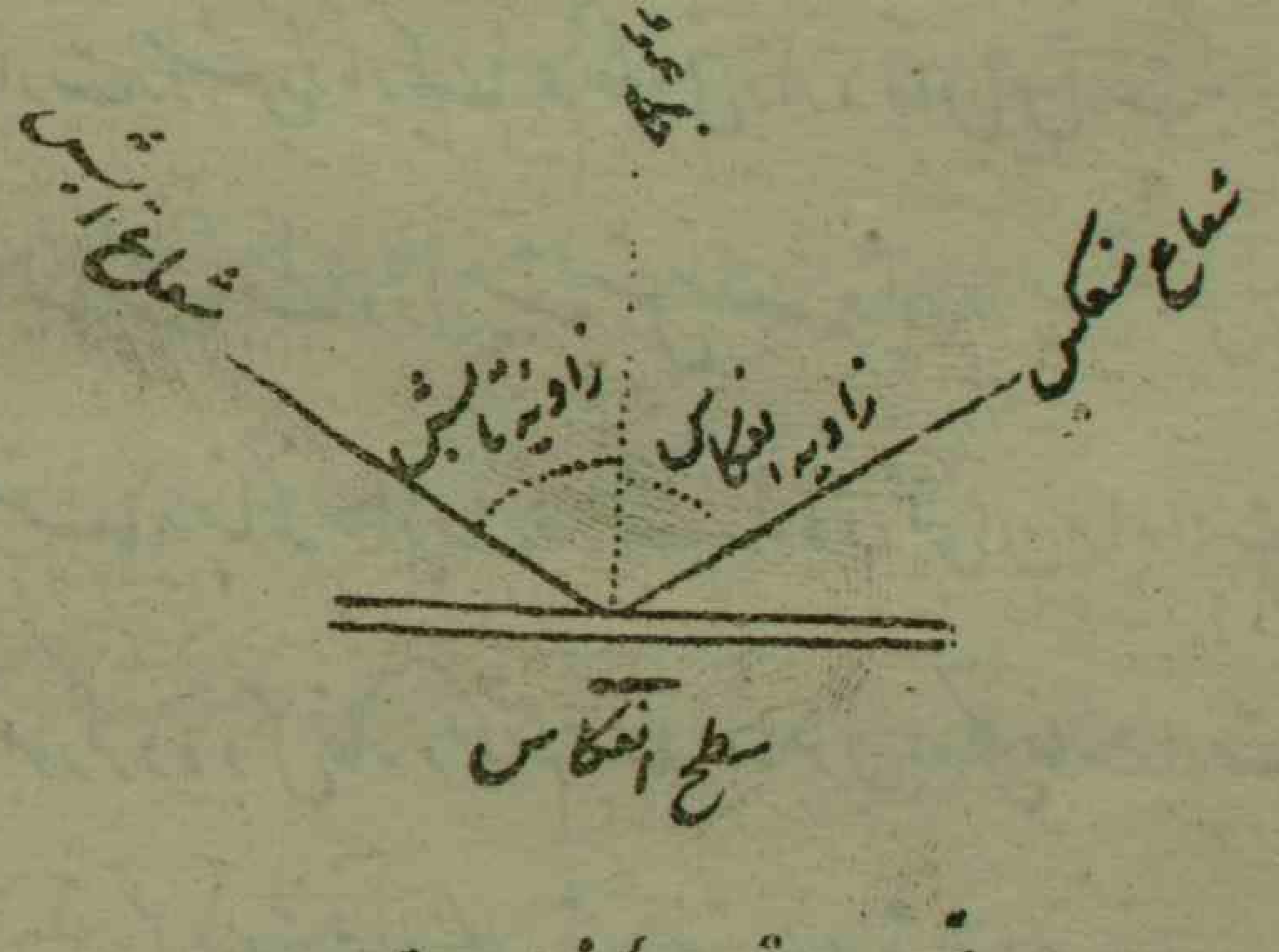
تشعشع حرارت در خلأ نیز واقع میشود و بهمین جهت حرارت خورشید بزمین میرسد و آن را گرم میکند

حرارت تشعشعه اگر از اجسام نورانی ناشی باشد از قبیل آفتاب و مواد متحرقه آنرا حرارت روشن گوئیم و اگر از اجسام مظلم مثل آب گرم حادث شود حرارت تاریک نامیم تشعشع حرارت روشن و تاریک با هم تفاوتی دارند و آن این است که حرارت روشن از اجسامیکه حاجب او را نیستند مثل شیشه و بلور عبور میکند ولی حرارت تاریک عبور نمینماید چنانکه حرارت خورشید که با روشنی آن همراه است از شیشه پنجرهٔ گلخانه عبور کرده و گلخانه را گرم میکند اما چون در گلخانه حرارت مزبور مبدل بحرارت تاریک میشود هنگام شب نمیتواند از شیشه ها عبور نماید و بانیواسطه گلخانه گرم میماند و سرد نمیشود

انعکاس حرارت

هر وقت اشعهٔ حرارت بر سطح جسمی واقع شود غالبا بدو جزء منقسم میگردد یک قسمت
داخل جسم شده آن را گرم میکند قسمت دیگر بر میگردد و منعکس میشود مثل گلولهٔ عاج که
چون بزمین زنند بر میجهد این اشعه که از سطح جسم بر میگردد اشعهٔ منعکسه گویند و اشعهٔ
که از سرچشمهٔ حرارت بر سطح انعکاس تابیده اشعهٔ تابش خوانند

هرگاه از نقطهٔ وقوع اشعه بر سطح انعکاس خط عمودی بر آن سطح اخراج کنند
زاویه که از این خط با شعاع تابش حادث شود زاویهٔ تابش نامند و زاویه که از
خط عمود با شعاع منعکس حادث گردد زاویهٔ انعکاس خوانند



انعکاس حرارت در تحت دو قاعدهٔ ذیل است

اولاً زاویهٔ تابش مساویست با زاویهٔ انعکاس

ثانیاً شعاع تابش و شعاع منعکس واقعند در یک سطحی که عمود است بر سطح انعکاس

هرگاه سطح انعکاس مقعر باشد قواعد مزبوره چنین نتیجه میدهد که اشعه منعکسه بهم نزدیک

شده تقریباً در یک نقطه مجتمع میگردند و آن نقطه دارای حرارت زیاد خواهد بود و آنرا

کانون گویند

در تواریخ مسطور است که ارشمیدس حکیم آینه های مقعر ساخته و اشعه آفتاب را از آنها

منعکس نموده بجانب سفاین رومی که بمحاصره شهر وطن او آمده بودند میتابانید

و آنها را میسوزانید در مائه هجدهم یکی از حکمای فرنگ موسوم به بوفن همین عمل را

تجدید نموده و امکان مسئله را ثابت کرد

تمام اجسام حرارت را یکسان منعکس نمیکنند یعنی بعضی اجسام چون حرارت بر آنها بتابد

بسیاری از آن را منعکس می کنند و قلیلی را جذب مینمایند و برعکس بعضی از اجسام

بسیاری از حرارت را جذب می کنند و قلیلی از آن را منعکس مینمایند

هر جسمی که حرارت زیاد جذب کند البته میتواند حرارت زیاد هم پس بدهد

قوه حرارت دادن اجسام را قوه فائضه گوئیم پس اجسام در مورد حرارت سه

قوه دارند قوه جاذبه حرارت قوه فائضه حرارت قوه انعکاس حرارت

قوه جاذبه حرارت در اجسام با قوه فائضه متناسب است یعنی هر جسمی که حرارت زیاد

جذب کند قوهٔ فایضه اش هم زیاد است امّا دو قوهٔ مزبوره با قوهٔ انعکاس
نسبت معکوس دارند یعنی اجسامیکه قوهٔ فایضه و جاذبهٔ آنها زیاد باشد قوهٔ انعکاس
آنها کم خواهد بود مثلاً فلزات قوهٔ انعکاس زیاد دارند و قوهٔ جاذبه و فایضه کم ولی
شیشه و صمغ و دوده قوهٔ انعکاسشان کم و قوه جاذبه و فایضهٔ آنها زیاد است
گذشته از اینکه قوهٔ انعکاس و قوهٔ جاذبه و فایضه باختلاف اجسام
متفاوتست در یک جسم هم کیفیات مختلفه اسباب اختلاف قوای مزبوره میشود
مثلاً زیادی صیقل جسم و کثرت تراکم آن و کثرت میل اشعهٔ تابش نسبت بسطح انعکاس
باعث شدت قوهٔ انعکاس و ضعف سایر قوا میشود
رنگ اجسام را هم در قوه جاذبه و انعکاس حرارت مدخلیت داده اند مثلاً
گفته اند اجسام سفید حرارترا بیشتر منعکس و کمتر جذب می کنند تا اجسام سیاه و تیره
رنگ و باین واسطه در تابستان لباس سفید و در زمستان لباس سیاه تجویز نموده اند
لکن حالا اختلاف رنگ را چندان مهم نمیدانند و جنس ماده و پارچه را بیشتر در
این امور مدخلیت میدهند
اختلاف قوهٔ انعکاس و جاذبه و فایضهٔ اجسام نتایج زیاد دارد مثلاً در ظرفهای

فلزی هرگاه بخواهند طبخ کنند یا آب را گرم کنند اگر آنها صیقلی باشد دیرتر

مقصود حاصل میشود و ذغال زیادتر باید بمصرف رسانید زیرا که در آن صورت قوه

جاذبه ظروف کم و قوه انعکاس آنها زیاد است ولی اگر بخواهند در ظروف

فلزی آب یا غذائی را گرم نگاه بدارند بهتر آنست که صیقلی باشد والا چون قوه

انعکاس آنها کم و قوه جاذبه آنها زیاد خواهد بود حرارت آب یا غذا از جذب گرد

بنابر کثرت قوهٔ فائضه زود بیرون خواهند کرد

برف بواسطه اینکه قوهٔ انعکاس زیاد و قوهٔ جاذبه کم دارد هرگاه روی زمین

یا نباتات می نشیند آنها را از سرد شدن محفوظ میدارد و بنابر همان ضعف قوهٔ

جاذبه اش دیر ذوب میشود ولی اگر خاک یا سنگ و چوب روی برف

بگذارند مواد مزبور حرارتی را که خود جذب می کنند بآن نیز میدهند و باعث

ذوبان آن میگردند

فصل پنجم قابلیت هدایت حرارت

تاکنون صحبت داشتیم از اینکه حرارت در فضا از جسمی بجسمی انتقال می یابد حال

باید بدانیم که در خود اجسام نیز حرارت منتقل میشود و این خاصیت را که در اجسام هست

که حرارت را در درون خود مستقل مینمایند قابلیت هدایت حرارت گوئیم

اجسامیکه حرارت بسهولت در آنها منتشر میشود هادی حرارت خوانند و آنها

که حرارت بخوبی در آنها منتقل نمیشود عایق حرارت گویند

تفاوت قابلیت هدایت حرارت اجسام بیک تجربهٔ خیلی ساده بخوبی محسوس میشود

و آن اینست که هرگاه یکمیلهٔ فلزی و یکمیلهٔ چوبی را برداریم و یکسر آنها را بدست بگیریم

و سر دیگر را در آتش بگذاریم بفاصله کمی میله فلزی تماماً گرم شده بطوریکه دست

ما را میسوزاند ولی میلهٔ چوبی با وجود آنکه یکطرفش در آتش میسوزد و سر دیگرش که

در دست ماست آنقدر گرم نمیشود که دست را ناراحت نماید علت اینست که

میلهٔ فلزی هادی و میله چوبی عایق حرارت میباشد فلزات همه هادی حرارتند

مایعات عایق حرارت میباشند و بایجهة مثل فلزات نمیتوانیم آنها را از

هر طرف که بخواهیم گرم کنیم یا یعنی که قطعه فلز را از هر طرف حرارت بدهیم چون

هادیست بزودی تماماً گرم میشود اما مایع را اگر بخواهیم گرم کنیم باید از زیر حرارت

بدهیم و در اینصورت هم گرم شدن طبقات علیای آن بواسطه اینست که طبقات سفلی

چون گرم شدند سبک شده بالا میروند و طبقات علیا که سرد و ثقیلترند جای آنها را میگیرند

جای آنها را میگیرند و گرم میشوند

بخارات که از جمله هوا باشد نیز بسیار عائق حرارتند ولی حرارت در آنها میتواند

منتشر شود بواسطهٔ اینکه ذرات آنها خیلی سریع الحرکه میباشند اختلاف

قابلیت هدایت حرارت اجسام نتایج بسیار دارد مثلا یک صفحهٔ

سنگی و یک صفحه پشمی که در یکجا باشند و یکدرجه حرارت داشته باشند هرگاه

هر دو را لمس کنیم سنگ بنظر سردتر از پشم میاید جهت آن اینست که سنگ

چون هادی حرارت است مقدار زیادی حرارت از بدن ما میکشد اما

پشم که عائق است حرارت زیاد از بدن نمیکشد و بنظر گرم میآید

دستهٔ سماور و قهوه جوش و امثال آنها را که از چوب میسازند بواسطهٔ

عایق بودن چوب است برای حفظ یخ از آب شدن در تابستان آنرا از

کاه و پوشال میپوشانند بواسطهٔ اینکه کاه و پوشال عائق حرارتست

و نمیگذارد حرارت بیخ برسد در زمستان هم برای حفظ نباتات از سرما

همین کار را میکنند بملاحظهٔ اینکه جسم عایق حرارت مانع میشود از اینکه حرارت از نباتات

خارج شود پر مرغ و پشم حیوانات که بدنرا گرم نگاه میدارند بواسطهٔ اینست که عائق حرارت

میباشند و علاوه براین چون بسیار متخلخل هستند در فواصل آنها هوای زیاد هست و هوا هم خود عایق حرارت میباشد و باینواسطه برخاصیت پشم و پر میافزاید

فصل ششم چرخ بخار

قوه انبساط و ارتجاعی که در بخار آب بواسطه حرارت دیدن در ظرف مسدود تولید میشود مبنای چرخ بخار است باینمعنی که قوه مزبور را بجهه پس و پیش کردن یا بالا و پائین بردن پیستونی بکار میبرند و این حرکت پیستون را بچرخهای مختلف منتقل مینمایند و همه نوع نتیجه ازان میگیرند

چرخ بخار انواع و اقسام دارد لکن اصول ابنیه آن ازقراریست

هر چرخ بخاری دارای سه دستگاه است اول یکدستگاه مولد بخار یعنی آلاتی که آب را بواسطه حرارت بخار کند دویم یکدستگاه حرکت یعنی آلاتی که بخار را برای حرکت دادن پیستونی بکار برد سیم یکدستگاه انتقال حرکت یعنی آلاتیکه حرکت پیستون را منتقل بچرخهائی نماید که نتیجه مطلوبه ازان حاصل گردد

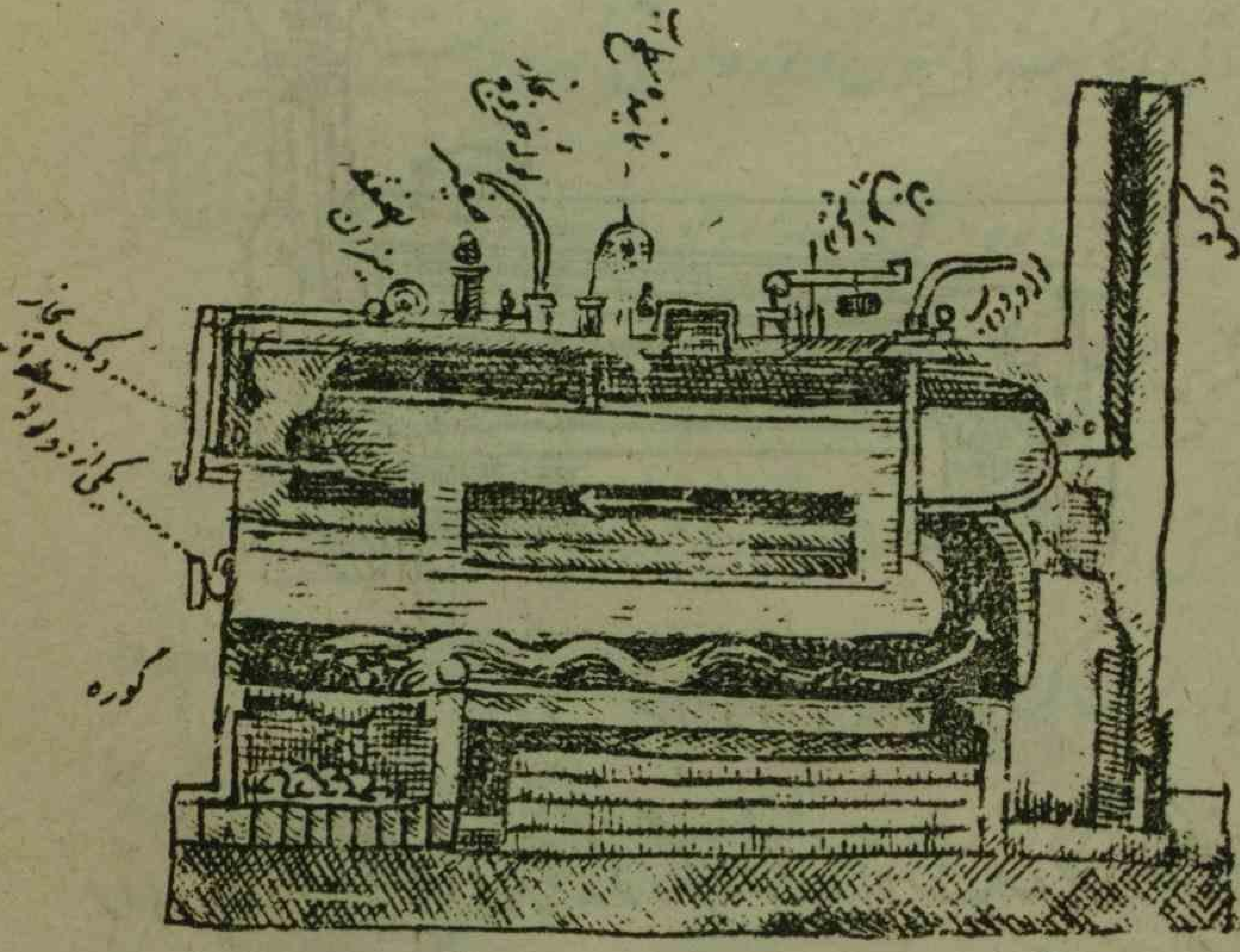
دستگاه مولد بخار

دستگاه مولد بخار اصلا عبارت از دیگی است از آهن یا مس که اگر چرخ بخار متعلق

بکارخانه باشد آن دیگ را در کوره با مصالح بنائی کار گذاشته اند و آلات آزادات

و قسمی که متداول تر میباشد از این قرار است

دیگ بخار بشکل استوانه ایست و زیر آن دو لوله استوانه ایست که بدان مربوط میباشند ش



ش ۶ دیگ بخار

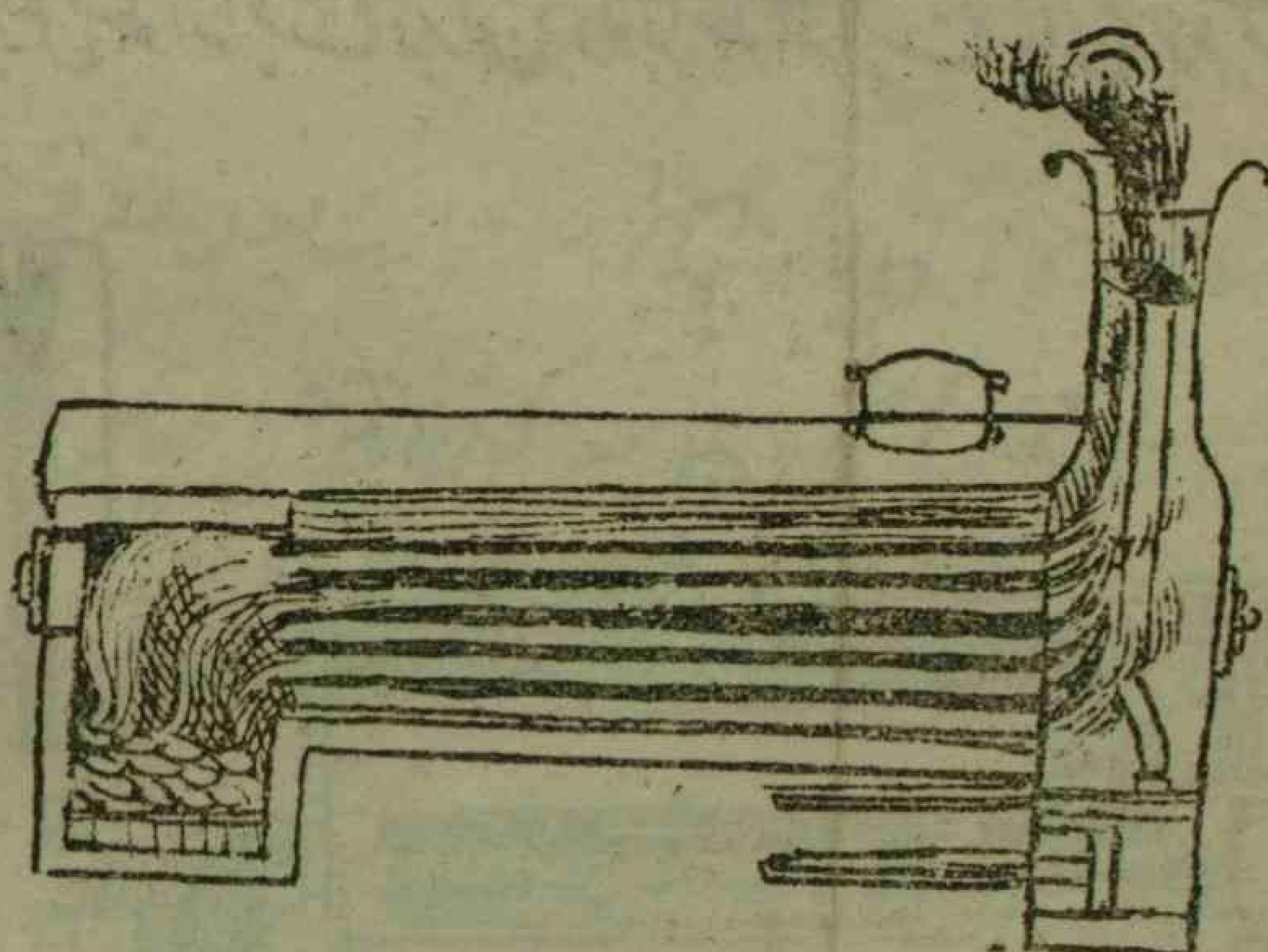
شعله آتش کوره زغال سنگ ابتدا از زیر لوله ها و بعد اطراف آنها و بالاخره اطراف

دیگ را گرم میکند و آبی را که در آنها هست بجوش میآورد و بخار میکند و غرض از این ترتیب

آن است که حتی الامکان حرارت آتش بمصرف گرم کردن آب برسد و هدر نرود

در مواقعی که بخواهند این صرفه جوئی را منتها درجه برسانند دیگ بخار را طوری میسازند

که شعله آتش داخل آن شود و لوله های چند در آن قرار میدهند که پر از آب باشد
و بدینواسطه آتش از همه طرف مجاور آب شده حرارت کاملاً بمصرف میرسد



(دیگ بخار لوله)

برای اینکه قوت بخار بجائی نرسد که دیگ را ترکاند آلات چند همراه آن میکنند
از قبیل آلت میزان الضغطه که درجهٔ فشار بخار را مینماید و آلت دیگر که معلوم میکند
سطح آب در دیگ بچه میزانست و همچنین دریچه اطمینان مانند آنکه در دیگ
پاپن مذکور شد برای اینکه هر وقت قوت بخار زیاد شود دریچه را باز کرده بیرون رود
بخاریکه در دیگ تولید میشود بواسطه لولهٔ مخصوص بدستگاه حرکت میرسد

(دستگاه حرکت)

بخار بعد از آنکه در دیگ سابق الذکر تولید شد داخل دستگاه حرکت میشود و آن عبارت [است]

از یک استوانه فولادی شبیه تنه تلمبه که پیستونی در آن واقعست و هر وقت بخار

از بالای پیستون داخل استوانه شد پیستون را پائین میکشاند و چون از زیر پیستون وارد

شود آنرا بالا میزند پیستون مزبور دارای شاخه یا دسته میباشد که صعود و

نزولش آنرا بالا و پائین میبرد و همین رفت و آمد شاخه پیستون بطریقیکه

بعد شرح خواهیم داد نتایج مطلوبه را میبخشد

اما طریق وارد شدن بخار از بالا و پائین پیستون بطور متوالی و متناوب از

اینقرار است که در یک جنبه استوانه در بالا و پائین منفذیست که مربوط بدو

مجری میباشد و این دو مجری در یک جعبه سر در میآورند که بخار از دیگ مولّد بدواً

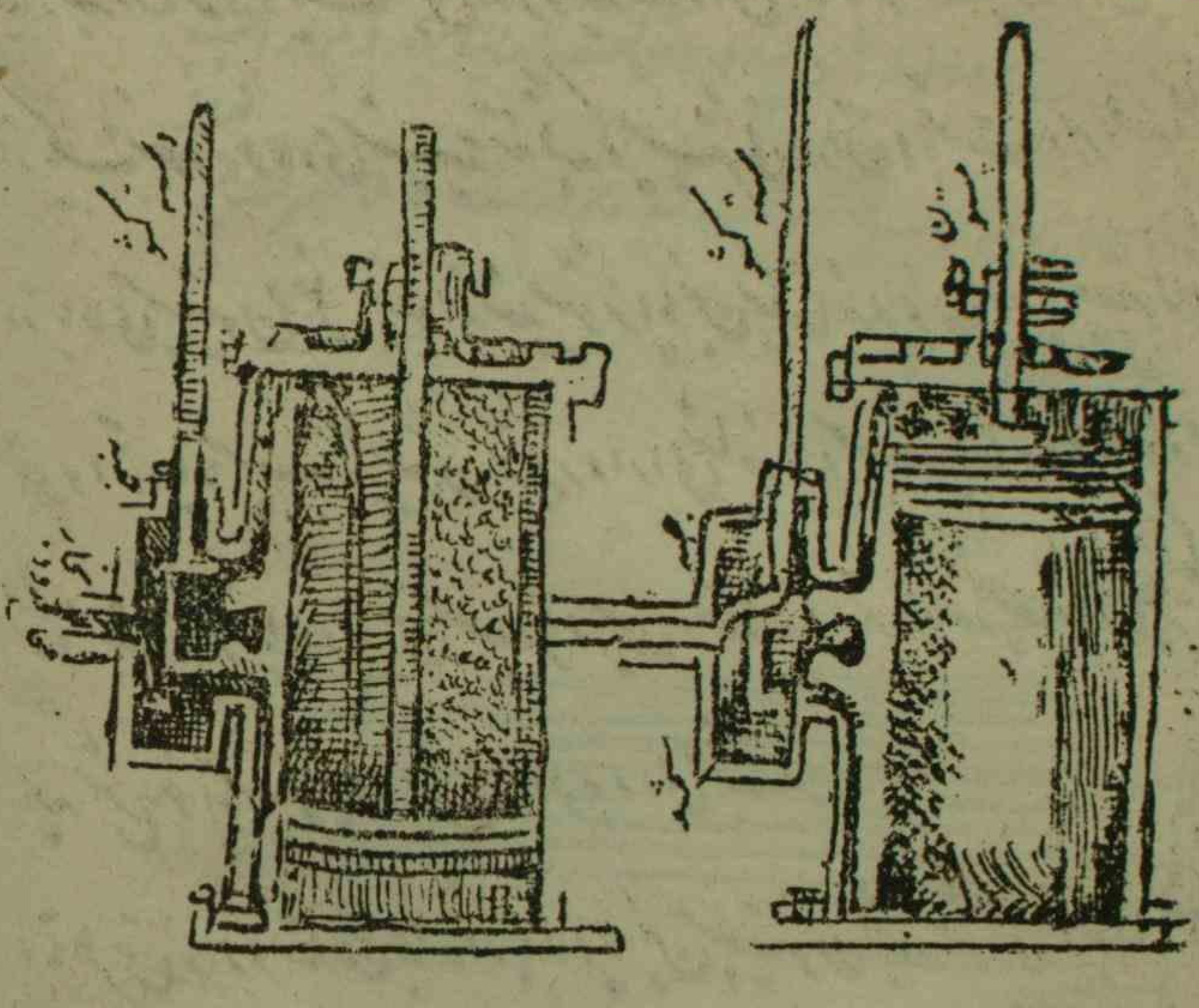
داخل در این جعبه میشود (ص ۲۲ و ص ۲۳) در درون جعبه یک کشو قرار داده اند

که متوالیاً بالا و پائین میرود و چون بالا رود منفذ مجرای فوقانی استوانه را

میبندد و منفذ مجرای تحتانی باز میشود و بخاریکه در درون جعبه است از مجرای

تحتانی وارد استوانه شده از زیر پیستون را بالا میزند (ص ۲۳) و همینکه کشو پائین آمد

منفذ مجرای تحتانی بسته شده منفذ مجرای فوقانی باز میشود و بخار از درون



ش ۴۳ ش ۴۲

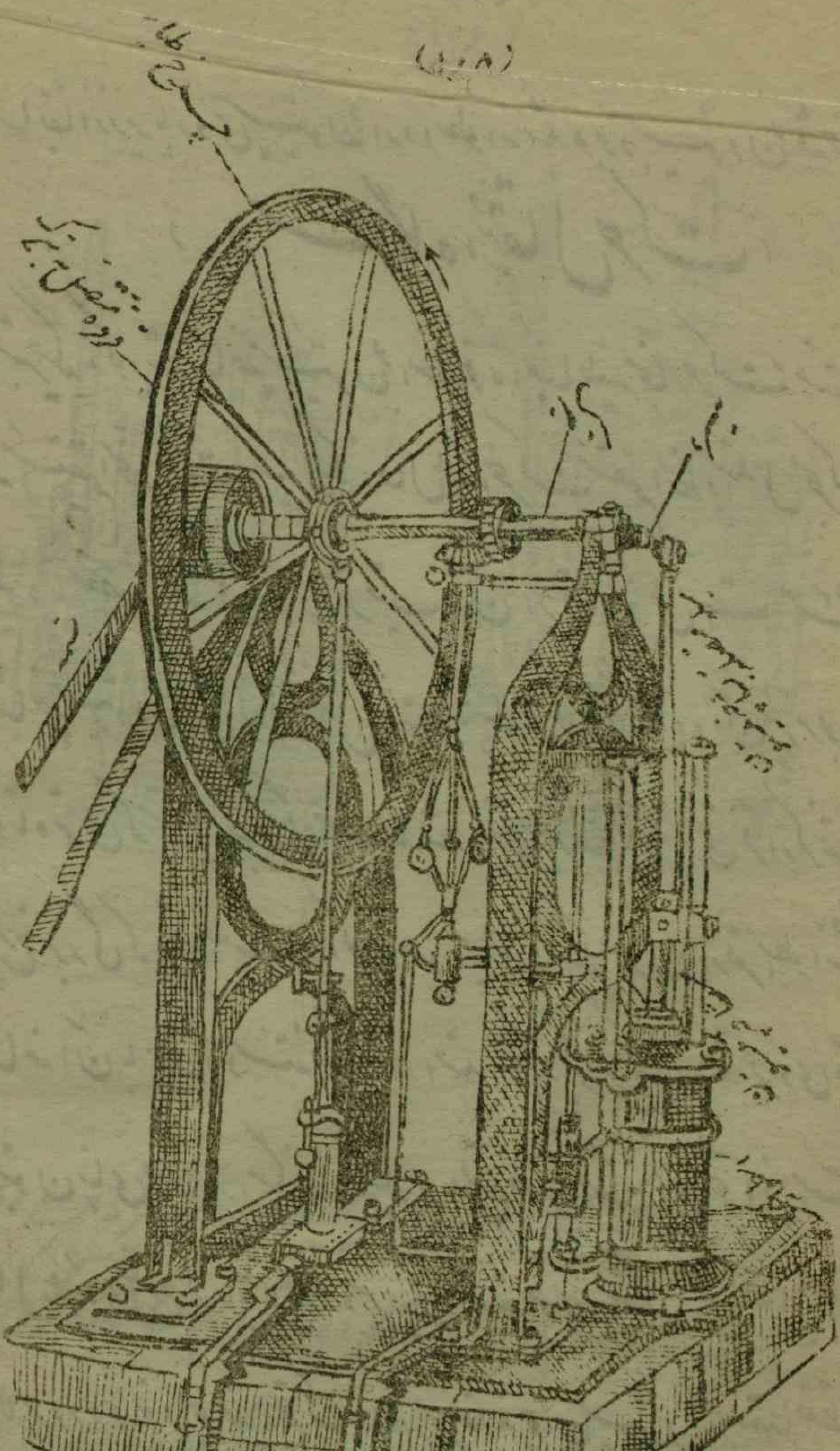
جبه وارد قسمت فوقانی اسطوانه شده پیستون را پائین میبرد ش ۴۳ و بخاریکه در
زیر پیستون بود ناچار میشود که از مجرای تحتانی بتوسط منفذ دیگری که در پائین
دو منفذ سابق الذکر قرار داده شده خارج گردیده داخل هوا شود
بطریق مذکور کشو دائماً بالا و پائین میرود و بخار را متناوباً از زیر و روی پیستون
وارد اسطوانه میکند و بواسطه پیستون پائین و بالا میرود و هر دفعه بخاریکه

سابقاً از زیر یا روی پستون وارد استوانه شده بود بیرون رفته خرج میشود

(دستگاه انتقال حرکت)

شرحیکه مذکور شد شاخه پستون بواسطه قوه انبساطیه بخار حرکت رفت و آمدی که مستقیم الخط است پیدا میکند حال باید اینحرکت مستقیم الخط را مبدل بحرکت دورانی نمود تا مقصود حاصل شود و ترتیب آن از قرار ذیل است

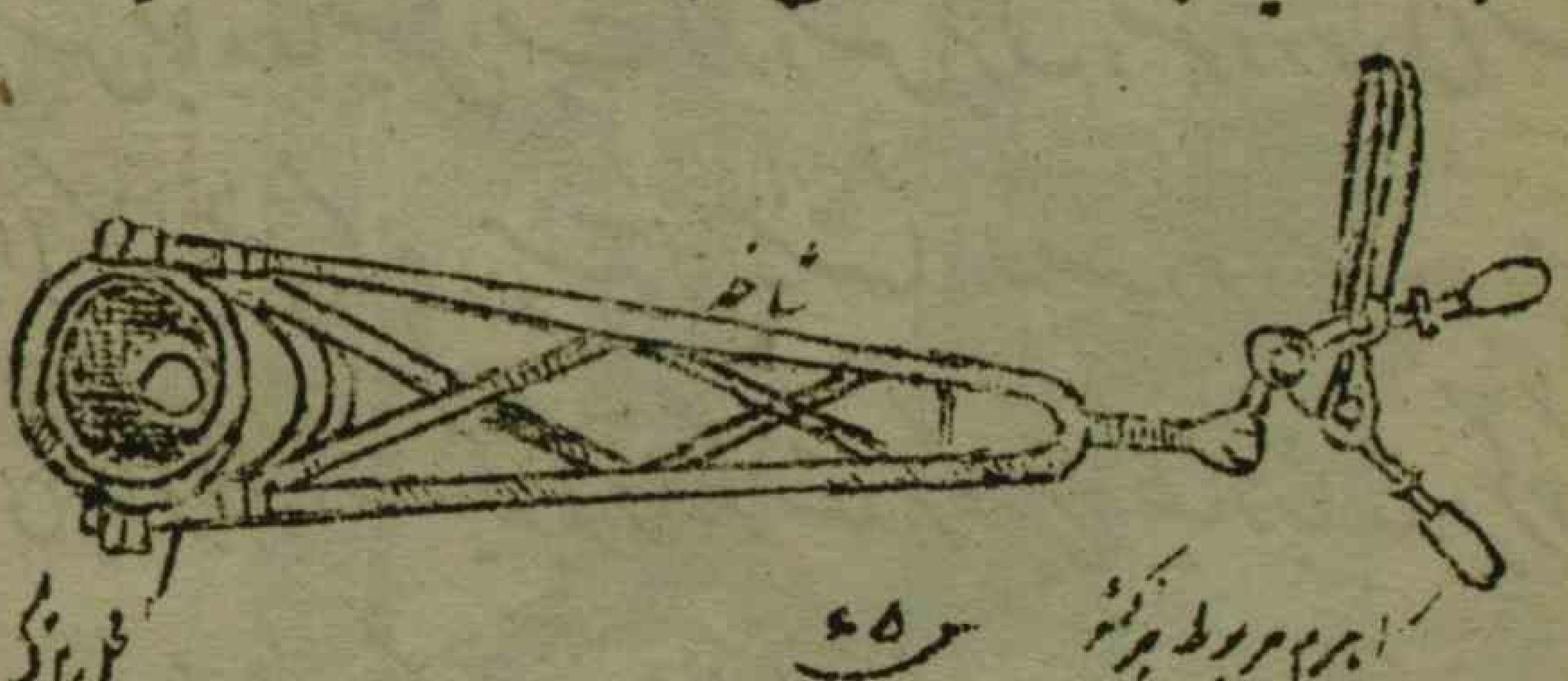
شاخه پستون سابق الذکر متصل است به میله طولانی با قوتی و آن نیز مربوطاست به میله کوتاه تری که متصل به تیرکی میباشد و آن تیرک بطور افقی قرار گرفته دارمحور چرخ بزرگی که آنرا طیاره گوئیم عبور مینماید وقتیکه پستون در قعر استوانه واقعست شاخه آن با میله و دسته مذکور در امتداد یکدیگر بر یک خط عمودی قرار دارند پستون بنای صعود را میگذارد میله هم بالتبع صعود میکند و جزو تحتانی دسته را نیز از حال عمودی خارج کرده بالا میبرد و سر دیگر دسته چون به تیرک افقی متصل است و محکم است بالا برده و درخود میپیچد و تیرک را هم میچرخاند چون پستون به منتها نقطه صعود خود رسید سر تحتانی دسته بقدری بالا رفته که دوباره بحال عمودی و موازات میله قرار گرفته و در این مدت تیر گرا یک نیمه گردش داده است



ش ۴۳ چرخ بخار

آنگاه پیستون بنای نزول را میگذارد و میله را پائین میکشد و میله هم سر دسته را که
بآن متصلست نزول میدهد تا وقتیکه مجدداً شاخه و میله و دسته در امتداد یکخط
عمود واقع شوند و در این اثنا دسته تیرک را یک نیمه گردش دیگر میدهد که بضمیمهٔ
نیمه گردش اوّل یک گردش تمام میشود بعبارهٔ اُخری هر دفعه که پیستون صعود
و نزول یا رفت و آمد میکند نتیجه این میشود که تیرک یکدور گردش مینماید
امّا چرخ بزرگ موسوم بطیّار که تیرک از محور آن عبور میکند و بالتّبع تیرک دوران آن
گردش مینماید خاصیتش اینست که گردش تیرک و صعود و نزول دسته و میله را
متوالی کند بمعنی که چون پیستون به منتها درجه صعود خود رسید و میله و دسته در
روی یکخط و موازات یکدیگر قرار گرفتند هرگاه چرخ طیّار نباشد دیگر حرکت نمیکنند
ولی چرخ طیّار چون سنگین است بواسطهٔ جبر بعد از توقف میله و دسته باز قدری
میچرخد و بتوسط تیرکی که در محور آن واقعست دسته و میله را از طرف مقابل
بپائین میکشد و حرکت امتداد مییابد
حاصل اینکه تیرک مزبور بواسطهٔ حرکت مستقیم الخطّ شاخه پیستون بدوران میافتد
و فرفره یا چرخی را که بآن متصل باشد میچرخاند و از اینراه نتیجهٔ مطلوبه بدست میآید

این بود کیفیت چرخ بخار بطوریکه اکثر معمولست چیزیکه باقیمانده و باید
معلوم کنیم این است که در دستگاه حرکت کشو یکه رسیدن بخار را بسبالا و پائین
پستون منظم میسازد بچه وسیله حرکت میکند و چیست که آنرا بالا و پائین میبرد
در اینمورد تدبیری بکار برده اند که حرکت کشو هم توسط خود بخار واقع شود باینمعنی که
قرص مدوری را بطور عمودی به تیرک سابق الذکر نصب نموده اند بقسمی که تیرک در
محور دوران آن قرص نباشد و قرص را در درون یکحلقه جا داده اند و حلقه مربوط
است بشاخه هائیکه بدسته کشو متصل میباشد (نمره ۴۵) همینکه تیرک بنای دوران



نمره ۴۵

گذاشت قرص را هم در درون حلقه بچرخاند و چون تیرک در محور قرص واقع نیست
دوران قرص باعث میشود که حلقه را بالا و پائین ببرد پس شاخهائی هم که بدان مربوط
میباشند بالتبع بالا و پائین میروند و بواسطه کشو که متصل بانهاست صعود
و نزول میکند

(کالسکه بخار)

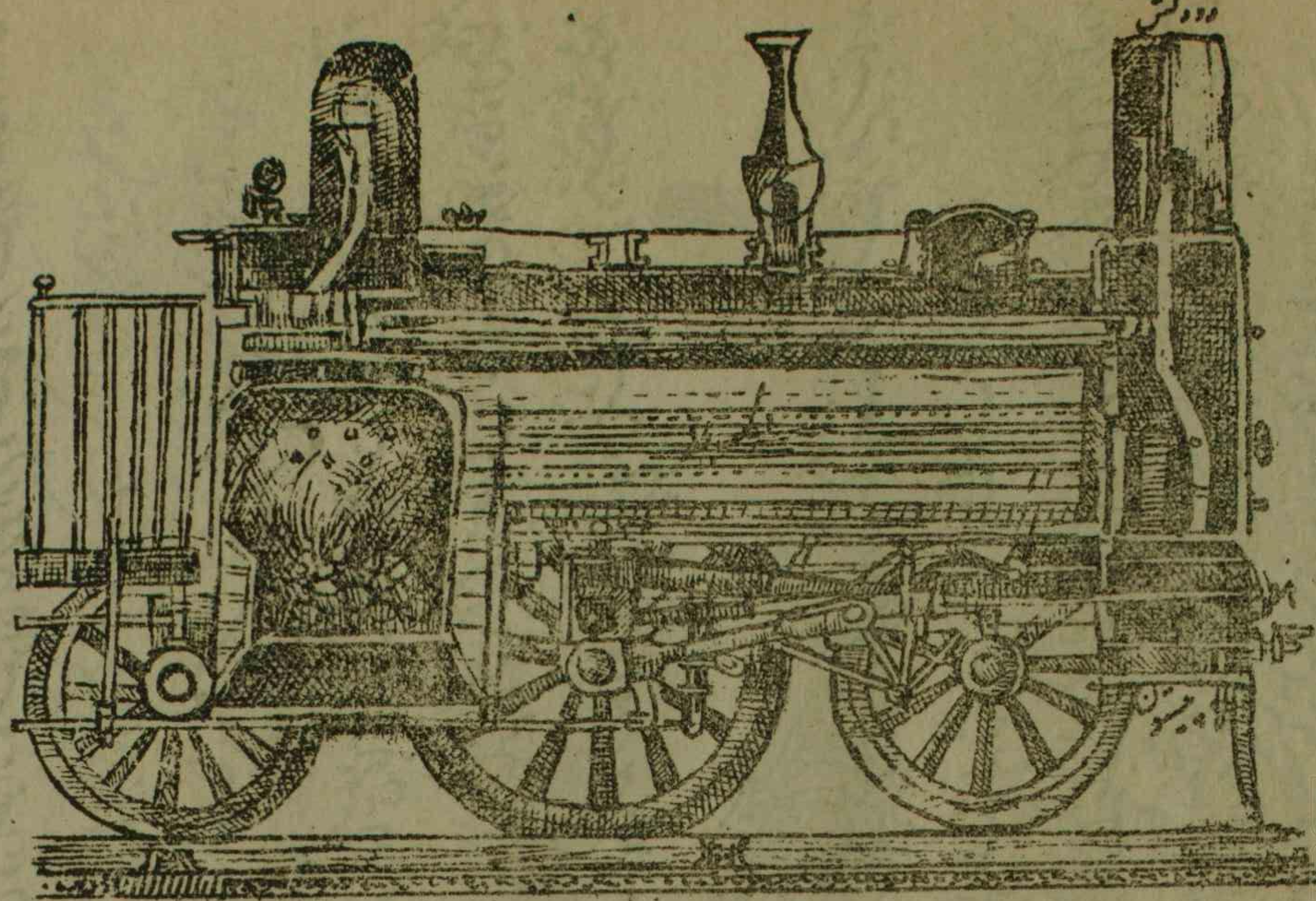
کالسکه بخار عبارت است از یکدیگ بخار که بجائی کار گذاشته نشده و در پهلوی آن دو استوانه با پیستون و سایر لوازم و دستگاه حرکت و دستگاه انتقال حرکت قرار داده اند (ص ۳۸)

(قوه چرخ بخار)

قوه چرخهای بخار را بر حسب اقتضای حاجت مختلف قرار میدهند هر وقت قوه آن از دو فشار هوا اکثر باشد گویند ضعیف القوه است و هرگاه معادل سه یا چهار فشار هوا باشد متوسط القوه و اگر از پنج الی شش فشار هوا قوه داشته باشد شدید القوه خوانند

هر وقت میخواهند قوه چرخ بخار را معلوم کنند آنرا باسب بخار تعبیر مینمایند یعنی میگویند فلان چرخ مثلاً بیست اسب بخار قوه دارد

در کارخانجات قوه چرخهای بخار تا پانصد اسب بخار میرسد کالسکه های بخار که در راههای آهن حرکت میکند تا سیصد اسب بخار قوه دارند چرخهای بخار کشتیهای بزرگ ممکن است دو هزار اسب بخار قوه داشته باشند



شکل کالسکه بخار

مخترع چرخ بخار

اول کسیکه قوه بخار را برای حرکت دادن پیستون بکار برد پاپن فرانسوی بود سنه (۱۶۹۰) الکن کسیکه چرخ بخار را بطور کامل اختراع کرده که بعد از او غیر از ترقیات جزئیه چیزی بر آن افزوده نشده جمز وات انگلیسی میباشد که قریب پنجاه سال برای اختراع و تکمیل چرخ بخار زحمت کشیده است در اواخر مائه هیجدهم میلادی.

فصل هفتم

سرچشمه های حرارت و برودت

سرچشمه های حرارت

منشاء حرارت چند چیز است خورشید و قوه الکتریسیته و ترکیبات شیمیائی و مالش و فشار و مصادمه

بزرگترین سرچشمه های حرارت برای ما خورشید است و حرارت آنرا همه کس احساس

نموده و از قراریکه حساب کرده اند حرارتیکه در عوض یکسال از خورشید بکره

زمین میرسد بقدریست که اگر فرض کنیم یک طبقه یخ به قطر سی ذرع بر تمام کره

زمین احاطه کند حرارت سالیانه خورشید بطور تساوی بآن بتابد آنرا آب

میکند و حال آنکه حرارتیکه از خورشید بزمین میتابد جزء خیلی مختصری از کل حرارت

خورشید است که در تمام فضا منتشر میشود اما اینکه حرارت خورشید از چه تولید

میشود هیچ طولانیست و در اینباب حکما عقاید مختلفه اظهار کرده و رای قطعی

داده نشده است

قوه الکتریسیته نیز تولید حرارت میکند و شرح آن بعد خواهد آمد

ترکیبات شیمیائی هم مولد حرارت است باین معنی که هر وقت جسمی با جسمی دیگر

ترکیب شود احداث حرارت میکند ولی بعضی ترکیبات بطئی واقع میشوند و برخی

بسرعت چنانکه زنگ زدن آهن عبارت است از ترکیب شدن آهن با

اکسیژن هوا و این ترکیب بطول مدت صورت میگیرد و بنابرین حرارتیکه احداث میکند

بتدریج خارج شده محسوس نمیگردد اما اگر ترکیب سریع باشد حرارت ظاهر میشود

بهترین نمونه این نوع ترکیبات احتراق یعنی سوختن اجسام است زیرا که هر جسمیکه میسوزد

با اکسیژن مرکب میشود و این ترکیب احداث حرارت میکند چنانکه همه کس تجربه
کرده است بدن انسان و حیوانات هم دارای حرارت است ولی اینحرارت همان
حرارت احتراق میباشد زیرا که بدن لاینقطع بواسطه تنفس از هوا جذب اکسیژن میکند و با
آن ترکیب میشود بعبارة اخری اجزای بدن متدرجاً میسوزد و همین سوختن تولید حرارت
میکند و باین واسطه بدن انسان و حیوان زنده همیشه گرم است

حرارتیکه از مصادمه و مالش و فشار حادث میشود همه کس میتواند تجربه برساند چنانکه
مصادمه سنگ چخماق با آهن یکی از وسائل آتش افروختن است و مصادمه
نعل اسب با سنگهای روی زمین بسیار میشود که همین حال را ظاهر میسازد مالیدن
یکقطعه فلز بر روی پارچه آنرا گرم میکند و سائیدن دو قطعه چوب بیکدیگر ممکن است
حرارتی تولید کند که چوب را بسوزاند وحشیان بهمین وسیله آتش روشن میکردند

سرچشمه های برودت

اموریکه اسباب نقصان حرارت یعنی تولید برودت میشود از اینقرار است
ذوب جامدات تبخیر مایعات انبساط بخارات تشعشع حرارت
اثر ذوب جامدات را در تولید برودت در باب مخلوطهای مبرد ذکر کردیم و

حاجت بتکرار نیست

چون تبدیل مایع به بخار حرارت لازم دارد پس هر وقت عمل تبخیر واقع میشود مقداری

حرارت بمصرف آن میرسد و بنا براین تولید برودت میشود و نتیجه این امر را هر

روز باشکال مختلفه می بینیم سرد شدن بدن انسان بعد از بیرون آمدن از حمام

و چائیدن بواسطه پوشیدن لباس مرطوب و خنک شدن هوا بواسطه باران

و آب پاشی اثر تبخیر است تبعات فرّار از قبیل اثر هر گاه ببدن انسان مالیده شود

بدن را خیلی سرد میکند جهة همان تبخیر سریعی است که واقع میشود باد تابستان

و استعمال باد بیزن که بدن را خنک میکند بواسطه اینست که تبخیر عرق بدن را سریع

مینماید یکی از وسائل خنک کردن آب اینست که آنرا در کوزه های متخلخل ریزند

و در معبر نسیم قرار دهند آب از خلل و فرج کوزه به بیرون نشر کرده تبخیر میشود

و اینعمل کوزه و آبرا سرد میکند هر گاه آب در بطری باشد همین نتیجه را توان

بدست آورد بواسطه پیچیدن بطری در پارچه مرطوبی

بخارات هر گاه بواسطه فشار متراکم شوند تولید حرارت میکنند و برعکس چون

فشار آنها تخفیف یابد و منبسط گردند مقداری از حرارت آنها کاسته میشود و همین

عملاً بجهة تولید برودتهای زیاد بکار میبرند یعنی بخار را در تحت فشار زیاد در میاورند و متراکم میکنند بعد ناگاه آزاد ها می کنند تا منبسط گردد در خصوص تولید برودت زیاد ممکن است بشود

و اما تشعشع بدیهی است که باید تولید برودت نماید روزها که آفتاب هست باعث برودت ناشی از تشعشع ظاهر نمیشود بلکه تابش آفتاب بر حرارت میافزاید لیکن شبها که آفتاب نیست حرارتی که در اجسام هست تشعشع میشود و در فضا منتشر میگردد و بدینواسطه اجسام و هوا سرد میشوند روزها بطور معمول در دو ساعت بعد از ظهر حرارت منتهادرجه میرسد و از آن ببعد بواسطه میل اشعهٔ آفتاب حرارت رو بنقصان میگذارد و بعد از غروب آفتاب زمین و اجسام سطح آن بواسطه تشعشع باز میکنند سرد شدن تا نزدیک طلوع آفتاب که منتهای برودت در آن هنگام است اندازهٔ برودت اجسام بواسطهٔ تشعشع بسته است بقوهٔ فایضهٔ آنها و بعد آنها از اجسام دیگر یکه ممکن باشد با آنها حرارت برسانند و صافی آسمان چراکه هر وقت هوا ابر باشد تشعشع ابر مانع برودت هوا میشود چنانکه در زمستان اگر هوا ابر باشد برودت باندازهٔ اوقاتی که آسمان صاف است محسوس نمیگردد

در صحراها شبهائیکه مهتاب است نباتات را سرما بیشتر میزند و دهاتیان این فقره را منسوب بماه میکنند لیکن سبب آن بی ابری آسمان است

فصل هشتم استفاده از حرارت در گرم کردن مساکن

یکی از بهترین فوایدی که انسان از حرارت میبرد اینست که در اوقات سرد برودت هوا مسکن خود را گرم نماید و اینکار را مصنوعاً از راه احتراق انجام میدهد یعنی حرارتیرا که از احتراق اجسام حادث میشود باین مصرف میرساند و اجسامیکه برای این مقصود میسوزانند عبارتست از چوب و زغال چوب و زغال سنگ و کک (و آن زغال سنگی که گاز آنرا گرفته اند) و بعضی اقسام دیگر زغال سنگ از قبیل آنتراسیت و تورب و گاهی اوقات نفط و گاز و امثال آن

اسباب گرم کردن منازل بواسطه هوا و بخصوصه بخاریست و آن باقسام مختلف پیدا شده یکقسم آن بخاری گشاده یا دیواریست و آن عبارتست از کانونی که در دیوار ساخته اند و جلو آن باز است و در آن چوب یا زغال میسوزانند و بالای آن در درون دیوار دودکش طولانیست که دود را بالا میبرد همینکه در کانون بخاری آتش روشن شد هوای درون آن منبسط میشود و بالا میرود هوای اطاق که سردتر و [illegible]

و بنابراین فشارش زیادتر میباشد داخل بخاری شده جای هوا که رفته میگیرد

و باین طریق در بخاری جریان هوا پیدا شده احتراق را سریع مینماید

هرگاه بخواهند بخاری دود را خوب بالا بکشد و احتراق بخوبی واقع شود باید دودکش زیاد

فراخ نباشد و بقدر کفایت بلند باشد و باید در و دیوار اطاق منافذی داشته باشد

که هرچه هوای اطاق از بخاری بیرون میرود از خارج بجای آن هوا بیاید

این قسم بخاری چون همواره هوای اطاق را تازه میکند برای سلامت هوا

خیلی خوبست و هیچگونه ضرری ندارد ولیکن مقرون بصرفه نیست و حرارتیکه از آن

حاصل میشود کم است و تقریباً بیش از ده یک حرارتیکه از احتراق تولید میشود

بمصرف گرم کردن اطاق نمیرسد و باقی از دودکش بالا میرود

قسم دیگر بخاری بسته است که از آهن و چدن چیزی میسازند و میان اطاق میگذارند

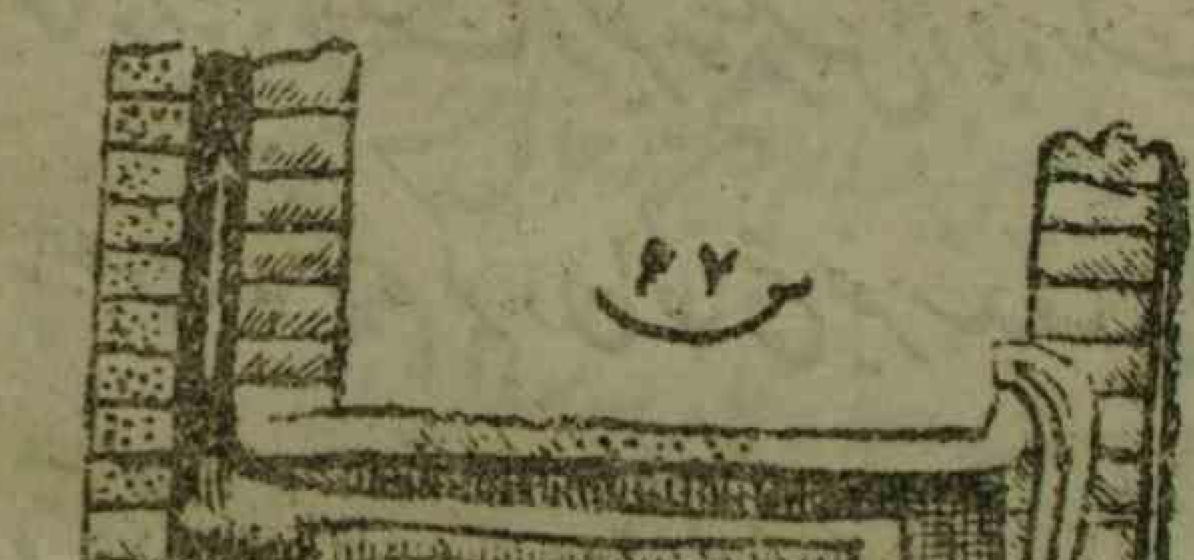
و درون آن چوب یا زغال میسوزانند و هوای اطاق بواسطه منفذ تحتانی داخل

میشود و دود بواسطه لوله که بدودکش یا بخارج مربوطست خارج میگردد در این قسم بخاریها

تقریباً تمام حرارتیکه تولید میشود بمصرف گرم کردن اطاق میرسد و بصرفه مقرون است

ولی برای سلامت هوای اطاق بعضی اوقات مضر واقع میشود یعنی چون هوا بجهة احتراق

کمتر لازم دارد تجدید هوا اکثر واقع میشود علاوه بر این ممکنست ابخرهٔ سمّیه از درون
بخاری یعنی از خلل و فرج آهن که تفتیده میشود بیرون آید
چون این بخاریها هوای زیاد میکشد هرگاه بارغال سنگ بسوزانند تولید
بخاری سمّی میکند موسوم باکسید دوکربن و این بخار ممکنست از بخاری بیرون
آمده داخل اطاق شود و هوا را مسموم نماید بنابراین استعمال بخاریهای مذکور
باید از روی علم و احتیاط باشد. در فرنگستان هر وقت در عمارتی اطاقهای
بسیار داشته باشند که بخواهند گرم کنند یا آب گرم یا بخار آب بکار
میبرند و اسباب آنرا کالریفر
میگویند



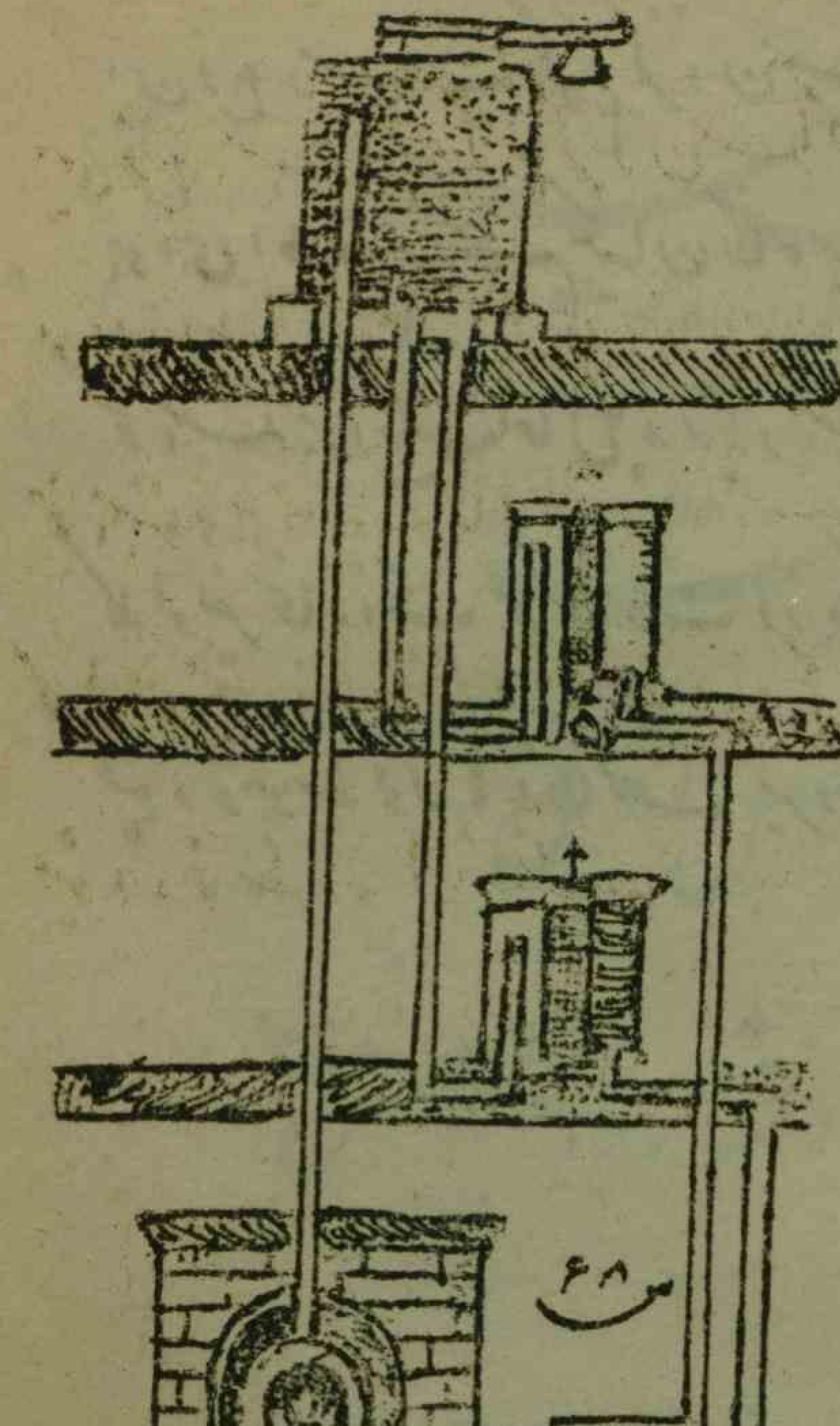
شکل ۶۲

کالریفر هوای گرم

کالریفر هوای گرم عبارتست از
کانونی که در قسمت تحتانی عمارت
میسوزد و لوله های آهن مجاور آن
قرار داده اند از یکطرف لوله هوای
سرد از خارج داخل شده در مجاورت کانون گرم میشود و بالا رفته در اطاقیکه بخواهند

گرم کننده میریزد س ۶۷

کالریفر آب گرم عبارت است
از دیگی که در قسمت تحتانی عمارت
روی کانونی قرار گرفته و آب آن
گرم میشود بالای عمارت هم آب
انباری گذاشته اند که بدیک
مزبور مربوط است همینکه کانون
روشن و آب دیک گرم شد
چون سبک میشود بواسطه لوله
بآب انبار میرود و از آنجا بتوسط
لوله های دیگر بظرفهای واقعه در



(کالریفر آب گرم)

اطاقها که بمنزله بخاری میباشند میرسد و از آن ظرفها باز بتوسط لوله ها جریان
کرده بدیک برمیگردد و در ضمن این جریان حرارت خود را بظرفهای مذکور
و اطاق ها میدهد س ۶۸

این نوع اسباب گرم کردن مساکن خیلی بصرفه نزدیک است و

هوای اطاق را هم یکسان نگاه میدارد و بانیواسطه در گلخانه ها و بیوتهائیکه

نخواهند هوا یک حال باشد زیاد استعمال می کنند

کالریفر بخار آب هم عبارت از دیگی است که بخار در آن تولید

میشود و بتوسط لوله ها باطاقها میرود و حرارت خود را باطاقها می بخشد

باب سیم

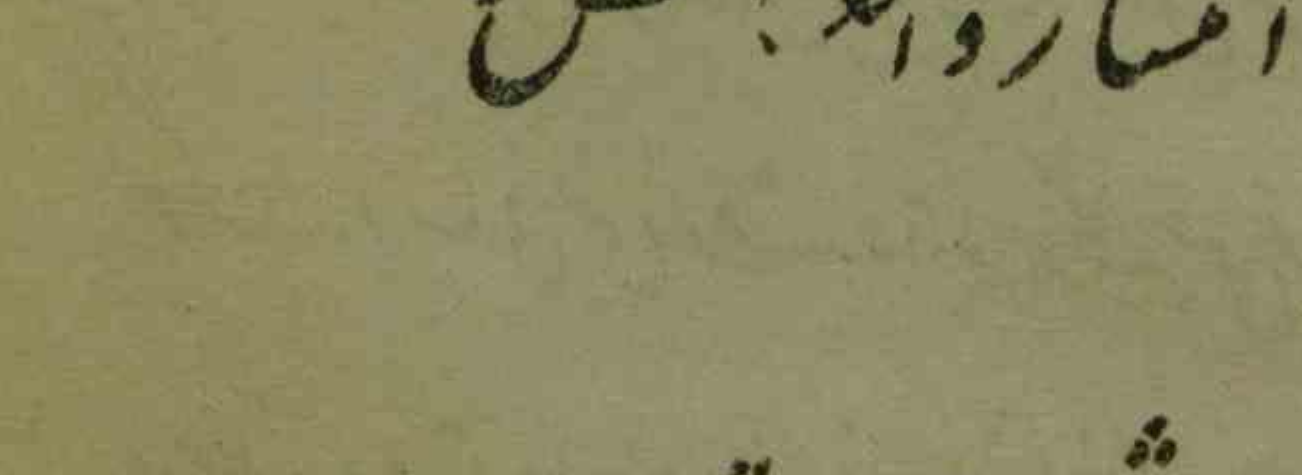
صوت

فصل اول

حدوث و انتشار و انعکاس صوت

(حدوث صوت)

صوت کیفیتی است که گوش یعنی قوه سامعه آنرا درک مینماید و از ارتعاش و نوسانی که اجزاء اجسام بواسطه مصادمه یا مالش پیدا میکنند حادث میشود



ارتعاش اجسام در وقت احداث صوت بخوبی محسوس است چنانکه هرگاه تاری که

که طرفین آن ثابت باشد تکان دهیم احداث صوت میکند و ارتعاشش نیز بچشم دیده میشود (شکل ۶۹)

اگر بظرفی از بلور یا جسمی فلزی ضربتی بزنیم بارتعاش درمیآید و تولید صوت میکند و در اینحال اگر انگشت خودرا به بلور آشنا کنیم ارتعاشات آن محسوس میگردد

هرگاه جسمیکه احداث صوت میکند دارای سطح باشد و روی آن مقداری غبار افشانده باشیم ارتعاش آن جسم ذرات غبار را بجست و خیز درمیآورد و بچشم دیده میشود پس صوت نتیجهٔ ارتعاش جسم است و ارتعاش عبارت است از حرکت نوسانی یعنی رفت و آمد هرگاه جسمی تولید صوت میکند اجزاء آن به نوسان درمیآید و ابتداء وسعت نوسانها زیاد است و کم کم آن وسعت نقصان می‌یابد لیکن مدت هر نوسان تفاوت نمیکند یعنی مثلاً اگر در ثانیهٔ اول جسم پانصد نوسان میکرد در ثانیهٔ دوم و سیم الی آخر هم پانصد نوسان میکند الا اینکه نوسانها کوچک میشود تا حدیکه بکلی محو شود

(انتشار صوت)

هرگاه در زیر سرپوشی از بلور زنگی بگذاریم و هوای سرپوش را با آلت تخلیه هوا بکشیم و زنگ را بزنیم می‌بینیم صوتی شنیده نمیشود پس از آن اگر مجدداً هوا یا بر دیگری

داخل سرپوش کنیم صوت زنگ بگوش میرسد هرچه هوا یا بخار زیادتر و
قوهٔ ارتجاعیهٔ آن بیشتر باشد صوت بهتر شنیده میشود

پس صوت در خلاء انتشار نمییابد و ارتعاشات اجسام صوتی باید بتوسط جسم
منتقل شده بگوش برسد و ناقل صوت متعارفاً هوا میباشد لیکن بخارات و دیگر مایعات
و جامدات هم صوت را میتوانند منتقل نمایند چنانکه ماهیهائیکه در آب هستند صوت خارج را
می شنوند و هرگاه شخص گوش خود را بزمین بچسباند صدای حرکت کالسکه و جماعتها را
از مسافتهای بعید میتواند بشنود علاوه براین مایعات بهتر از بخارات و جامدات بهتر
از مایعات صوت را منتقل میکنند و فقط اجسامیکه نمیتوانند صوت را بخوبی نقل کنند اجسامی
هستند که قوهٔ ارتجاعیه کم دارند مثل پنبه و پشم و غیرها

انتشار صوت در هوا بشکل امواجی میشود عیناً مانند امواجی که در آب تولید
میشود هرگاه سنگی در آب بیندازند

سرعت صوت

چون انتشار صوت بواسطهٔ هوا یا اجسام دیگر بانطریق میشود که ارتعاش جسم صوتی باجزاء
هوا یا اجسام دیگر منتقل شده آنها را مرتعش میسازد و این ارتعاشات بصورت امواجی

که در آب حادث میشود انتشار میسیار بد پس انتشار صوت فوری نمیتواند باشد و
مدت لازم دارد چنانکه تیر تفنگ یا توپ که خالی میکنند کسیکه دور باشد اول
شعله و دود را می بیند بعد صدای آنرا میشنود و حال آنکه صدای توپ و تفنگ با ظهور
روشنائی و دود آن در آن واحد واقع میشود و علت تاخیر صوت بواسطه آنست
که رویت تقریباً فوریست و رسیدن صوت مدت لازم دارد و هرچه بعد شخص از
توپ یا تفنگ زیادتر باشد فاصله بین رویت روشنائی با صدای آن بیشتر
خواهد بود و همچنین است حال رعد و برق یعنی هر وقت برق میزند رعد هم همراه آنست
لیکن برق فوری دیده میشود و صدای رعد مدتی وقت لازم دارد تا بگوش برسد
سرعت انتشار صوت در هوا در هر ثانیه ۳۲۰ متر است (۳۲۴) ذرع و این مسئله را
چندین مرتبه بتجربه رسانیده اند بانطریق که ما بین دو مکان که مسافت بین آنها معین بود
تیرهای توپ در مواقع معهود خالی کرده اند و فاصله بین ظهور روشنائی و
رسیدن صدای توپ را بدقت حساب کرده اند آنگاه انفاصله را با مسافت
سنجیده اند سرعت صوت در هوای سرد کمتر از هوای گرم است و در آب
سرعت حرکت صوت تقریباً چهار برابر هواست و در جامدات بیشتر

چون سرعت صوت در هوا معلوم شد میتوان در بعضی مواقع مسافتها و ابعاد را
بواسطه حساب کرد چنانکه بواسطه حساب کردن فاصله رعد از برق میتوان مسافت
ابر را از زمین بواسطه حساب کردن فاصله بین برق توپ و صدای آن بعد
مکان توپ را تعیین نمود

انعکاس صوت

همچنانکه هرگاه جسم قابل ارتجاعی را بدیوار بزنند برمیگردد امواج صوت هم هرگاه
بمانعی برخورد برمیگردد دوباره بگوش میرسد و این کیفیت را انعکاس
صوت گویند و صوت منعکس را صدا مینامند

برای اینکه صدا یعنی صوت منعکس شده بخوبی محسوس گردد لازم است که هرگاه
صوت اصلی کوتاه و مختصر است فاصله مانعی که باعث انعکاس میشود لااقل هفده
ذرع باشد و هرگاه صوت اصلی عبارت از الفاظ و کلمات باشد فاصله مانع
باید لااقل سی و چهار ذرع باشد و این فاصله برای اینست که تا مدتیکه صوت میرود
و برمیگردد گوینده از ادای صوت فارغ شده باشد

هرگاه فاصله مانع از سی و چهار ذرع یا هفده ذرع کمتر باشد چون وقتیکه صوت

برمیگردد هنوز گوینده از ادای صوت فارغ نشده صوت منعکس با صوت اصلی در
یکوقت بگوش میرسد و باهم مشتبه میشود و فقط تفاوتیکه عارض میگردد اینست که
صوت اصلی با قوت تر بگوش میآید و در هوا می پیچد و طنینی حاصل میشود و این
حالتیست که در حمامها و اطاقهای بزرگ بغیر فرش و اثاث ظاهر میگردد
انعکاس صوت هم عیناً در تحت همان قوانین انعکاس حرارت میباشد که مذکور داشتیم

(قوت صوت در لوله ها)

چون شعاع فاصوت در هوا بطور موجهای کروی منتشر میشود و آن موجها هرچه از مرکز دور
میشود بزرگتر و مجوز میگردند لهذا قوت صوت در مسافتهای بعیده بزودی
کاسته میشود و با نتیجه نمیتوان صوترا بفواصل زیاد رسانید لیکن هرگاه لوله های
استوانه مستقیم را وسیله انتقال صوت قرار دهیم چون صوت بطور امواج کروی
نبوده در اطراف پراکنده نمیگردد لهذا قوتش دیرتر کاسته شده بمسافتهای
بعیده میرسد از خاصیت مذکوره بعضی مواقع استفاده کرده و لوله هائی ساخته اند
که بتوسط آن بفاصله های نسبةً زیاد مکالمه نموده و دوشیها لوله هائی بشکل شیپور
ترتیب داده و بواسطه آنها جزا گشتی صوت خود را تقریباً بمسافت فرسخ میرسانند

باشخاصی که ثقل سامعه دارند توسط لوله های شبیه به بوق و شیپور بسهولت میتوان مکالمه نمود و غالباً شخص وقتیکه صوتیرا بخوبی نمیشنود دست خودرا بشکل بوق ساخته بگوشش خویش میگذارد و خیمهٔ گوشش هم طبیعتاً تایک اندازه همین خاصیت را دارا میباشد

فصل دوم
کیفیات صوت

هرگاه ارتعاشات صوتی سریع و مستمر و موزون باشد و بر سامعه اثری بالنسبه ممتد نماید آنرا صوت موسیقی میتوان گفت و با اصوات دیگر میتوان تطبیق کرد و در صوت موسیقی سه صفت مشهود است یکی درجهٔ صوت دویم قوت سیم کیفیت آن

درجه صوت نتیجه کمی و زیادی عدهٔ ارتعاشات آن میباشد چنانکه ارتعاشات آنها کم است صوت بم خوانده میشود و آنهائیکه ارتعاشات زیاد دارند صوت زیر گفته میشود مثلاً صدای اطفال زیر است و صدای مردان پیر بم و زیری صوت امر نسبتی است و صوت هرچه زیرتر باشد گویند درجهٔ آن بالاتر است

قوت صوت ربطی بعدهٔ ارتعاشات ندارد لیکن منوط بوسعت ارتعاشات میباشد

یعنی هرچه میدان نوسان اجزاء جسم صوتی وسیع تر باشد قوّت صوت بیشتر است
یعنی یا صوت درشت تر و جلی تر میباشد و قوّت صوت را با درجهٔ آن نباید
اشتباه کرد زیرا که صوت ممکنست با وجود بم بودن قوی و با وجود زیر بودن ضعیف باشد
ممکنست دو صوت از جهة قوّت و از حیث درجه یکسان لیکن باز متمایز باشند
در اینصورت اختلاف آنها از کیفیت آنها است چنانکه دو ساز را میتوان چنان
با هم کوک کرد که هر دو کاملاً مطابق باشند و قوّت صوت آنها هم یک اندازه
باشد معهذا صدای آنها از هم شناخته میشود و همچنین دو نفر یک صوت
معین را ممکنست با یک اندازه قوّت ادا کنند و با وجود این شخص صدای هر کدام
از ایشان را میتواند بشناسد و تمیز دهد و این از بابت اختلاف کیفیت آنها است
اختلاف کیفیت اصوات بواسطه اینست که غالباً اصوات بسیط نمیباشند و
اصوات اصلی با صوات ابرنی دیگر هم مقرون است و آن اصوات جزئی
با یکدیگر مختلف و اسباب اختلاف کیفیت اصوات اصلی میشوند

(حدود محسوس شدن اصوات)

سابقاً گفته ایم که از ارتعاش اجسام تولید صوت میکند لیکن باید دانست که قوه سامعه

هر قدر هم تیز باشد تمام ارتعاشات را حس نمیکند و بتجربه رسانیده اند که هم از طرف
اصوات زیر و هم از طرف اصوات بم حدی هست که زاید بر آن صوت شنیده نمیشود
و تجارب مختلفه نتایج مختلفه داده ولی به تحقیق رسیده است که ارتعاشاتیکه
در ثانیه از هشت کمتر و از سی و شش هزار بیشتر باشد بگوش محسوس نمیشود

(درجات اصوات و فواصل آنها)

چون کمی و زیادی ارتعاشات اسباب اختلاف درجه زیر و بم اصوات میشود
پس درجات اصوات بسیار بلکه بیشمار است و نسبت عده ارتعاش یکصوت
بعده ارتعاش صوت دیگر فاصله آنها خوانده میشود
از جمله فواصل بیشماری که بین اصوات میباشد بعضی فواصل معینه هست که بگوش
خوش آینده است و آنها را فواصل یا پرده های موسیقی میگوئیم
پرده های اصلی موسیقی در نزد اروپائیان آنهائیست که هرگاه نسبت عده
ارتعاشات آنها را با یکدیگر معین کنیم از اینقرار میشود

$1 \quad \frac{9}{8} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 2$

یعنی هرگاه عده ارتعاشات پرده اول را یک فرض کنیم عده ارتعاشا

پرده دوم نسبت باو $\frac{9}{8}$ خواهد بود و عدهٔ ارتعاشات پرده سیم نسبت بهمان

پردهٔ اول $\frac{5}{4}$ وقس علیهذا تا پردهٔ هشتم که عدهٔ ارتعاشات آن نسبت

باولی دو برابر میباشد و این پردهٔ هشتم را هم اگر مبدأ بگیریم در دنبال آن

هفت پردهٔ دیگر میآید که ارتعاشات آنها نسبت باو بهمان ترتیب فوق است

پس پردهای موسیقی اروپائی عبارت است از مجموعه های هفتگانه که

اسامی آنها با رعایت ترتیبی که در اعداد فوق ذکر شده از اینقرار است

دُ رِ می فا سُل لا سی

هر مجموع هفتگانه پردها را که بترتیب مذکور باشد بزبان فرانسه گام میگویند

(Gamme) و ارتعاشات پرده های هر گام نسبت

بپرده های هم اسم گام قبل مضاعف میباشد

علاوه بر اصوات مذکوره نیم پرده هم هست و آن عبارتست از صوتیکه بین

دو پرده از پرده های گام باشد مثلاً بین پردهٔ فا و پردهٔ سُل یا بین پردهٔ لا و سی وقس علیهذا

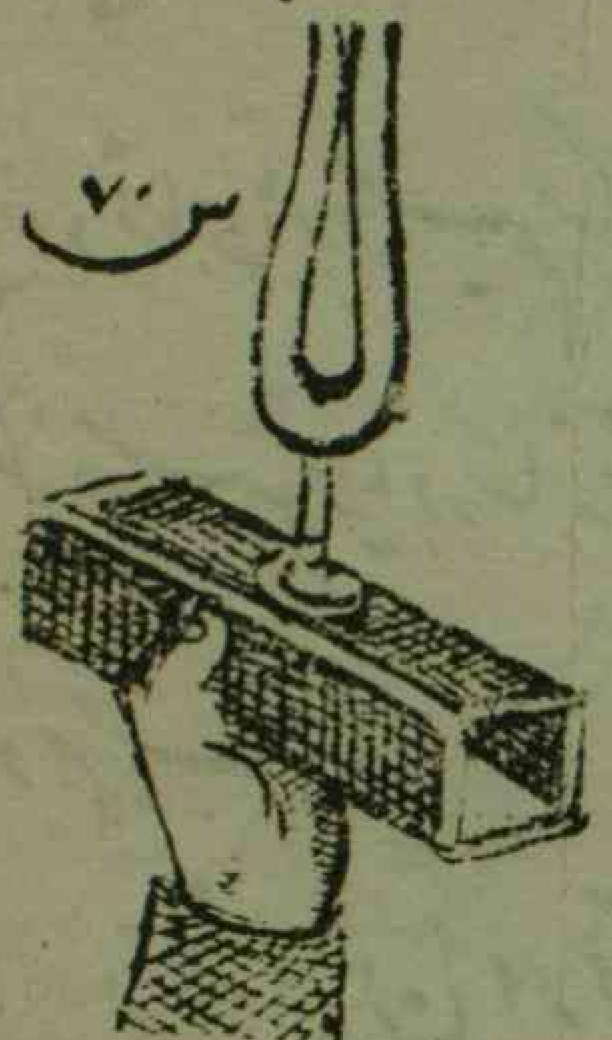
تمام نغمات موسیقی اروپائی ترکیبات مختلفه از پرده ها و نیم پرده های گامها

میباشد و اصوات موسیقی ایرانی هم با جزئی تفاوتی با پرده های موسیقی

اروپائی مطابق تواند شد

میزان الصوت

برای اینکه صوت ثابتی در دست باشد که تغییر نکند و سایر اصوات را بتوان
با آن مقایسه کرد تیغهٔ از فولاد را بشکل ابزر میسازند و هرگاه آنرا بواسطهٔ مضادی مرتعش



ش ۷۰

نمایند صوتی حادث میکند که تغییر نا
پذیر است و هر سازی را بتوسط آن
میتوان کوک کرد این آلت را فرانسه
دیاپازن ش ۷۰ گویند و ما آن را میزان
الصوت مینامیم دولت فرانسه میزان الصوت مخصوصی را رسمیت داده که
ادارات موسیقی رسمی باید سازهای خود را مطابق آن کوک کنند و آن میزان
الصوت پردهٔ لا را la مینماید و در ثانیه ۸۷۰ ارتعاش دارد و در
اینصورت نسبت پرده‌های دیگر گام را هم از روی حساب میتوان معلوم کرد

فصل سیم

کیفیت ارتعاشات صوتی و آلات موسیقی

سابقاً مذکور داشتیم که صوت از ارتعاش نوسانی اجسام حادث میشود اکنون
میخواهیم تحقیق کنیم که چگونگی و قوانین ارتعاشات صوتی کدام است
چون احداث صوت بتوسط تارها یعنی رشته های نازک فلزی یا زه و نخ ابریشمی
میگردد قوانین ارتعاشات صوتی را بدواً در تارها مذکور میداریم (اهل موسیقی
باصطلاح خودشان تار را سیم میگویند) و فرض میکنیم که آنها را از جنب معمولی با مضراب
بزنند چنانکه در سنتور یا در ساز موسوم به تار معمول است یا به کمانی بکشند مثل اینکه در
کمانچه مرسوم میباشد

(قوانین ارتعاشات صوتی)

از روی تجربه و حساب معلوم شده که ارتعاشات صوتی تارها در تحت قوانین ذیل است
اول هرگاه تمدد تار تغییر نکند عدهٔ ارتعاشات آن در یک ثانیه به نسبت معکوس
طول آنست یعنی اگر تار را بکشند و تمدد ندهند تا بحال خود باقی بماند هرگاه طول
آنرا نصف کنند عدهٔ ارتعاشات آن دو برابر میشود و اگر طول آنرا ثلث کنند
عدهٔ ارتعاشات آن سه برابر خواهد شد و قس علیهذا
دوم در صورتیکه دو تار از هر حیث یکسان باشند عدهٔ ارتعاشات آنها

به نسبت معکوس قطر یعنی درشتی آنها است

یعنی هرگاه دو تار که از هرحیث مانند یکدیگر باشند ولی یکی باریکتر از دیگری باشد

آنکه باریکتر است در یکثانیه بیشتر از دیگری ارتعاش دارد چنانکه اگر قطر یکی دو

برابر قطر دیگری باشد عده ارتعاشات آن در یک ثانیه نصف

ارتعاشات دیگریست

سیم هرگاه منتهاالیه تار جسمی بیاویزند که آنرا امتداد دهد عده ارتعاشات

آن به نسبت مستقیم جذر وزن آن جسم میباشد

یعنی اگر جسمی بیاویزند که نه برابر جسم دیگر وزن داشته باشد عده ارتعاشات

تار سه برابر خواهد بود وقس علی ذلک

چهارم درصورتیکه دو تار از هرحیث یکسان باشند عده ارتعاشات آنها

به نسبت معکوس جذر تراکم آنها خواهد بود

یعنی اگر دو تار از هرحیث مانند یکدیگر باشند لیکن تراکم یکی نه برابر تراکم دیگری

باشد عده ارتعاشات آن سه برابر از دیگری کمتر خواهد بود

(آلات موسیقی تاری)

قواعد نو قرار در ساختن سازهای تاری بکار برده اند یعنی چون میخواهند اصوات مختلفه
از ساز حادث کنند البته باید کاری بکنند که تارهای آنها ارتعاشات مختلفه
داشته باشند و بنا بر قوانین فوق یا طول آن تارها را مختلف قرار میدهند یا
درشتی (قطر) یا تراکم آنها را متفاوت میسازند یا مجموع اینکارها را باهم میکنند
چنانکه در سنتور و پیانو و چنگ اختلاف اصوات بواسطه اختلاف طول تارهاست
و در تار و کمانچه و ویلون و امثال آنها هم بواسطه اختلاف طول تارها و هم بواسطه
اختلاف درشتی و تراکم آنها میباشد یعنی بعضی از تارهای آن سازها باریک و
متراکم و برخی درشت و متخلخل میباشند علاوه براین در طول دسته آنها نقاطی را
نشان کرده اند که سازنده بواسطه گذاشتن انگشت خود بر روی آن نقاط طول
تارها را کم و زیاد میکند و باین واسطه صوت یک تار را زیر و بم مینماید و اگر هم آن
نقاط را نشان نکرده باشند مثل کمانچه و ویلون سازنده بواسطه تجربه و زبردستی
خود آن نقاط را پیدا میکند و همان مقصود را حاصل مینماید
گذشته از اختلاف طول و درشتی و تراکم که در تارهای سازها منظور شده سازندگان
از قانون سیم که در فوق مذکور داشتیم نیز استفاده میکنند یعنی بواسطه متعدد ساختن تارها

عدهٔ ارتعاشات آنها کم در یاد کرده صورت آنهار ازیر دیم میسازند و

اینعملرا کوک کردن ساز میخوانند

(ارتعاشش هوا در لوله های صوتی)

تاکنون مذاکره از تارهای صوتی بود یعنی حدوث صوت را بواسطه ارتعاش

تارها مذکور داشتیم لیکن بواسطه ارتعاشش خود هوا در لوله ها نیز احداث صوت

میشود و لوله ها را لوله های صوتی گوییم از قبیل نی و شیپور و بوق و امثال آنها

و احداث صوت در آنها بواسطه دمیدن میشود که هوای درون آنها را مرتعش

میسازد و دمیدن ممکنست با دهان باشد چنانکه در نی میکنند یا بتوسط دم چنانکه در

ارگ و امثال آن معمول است

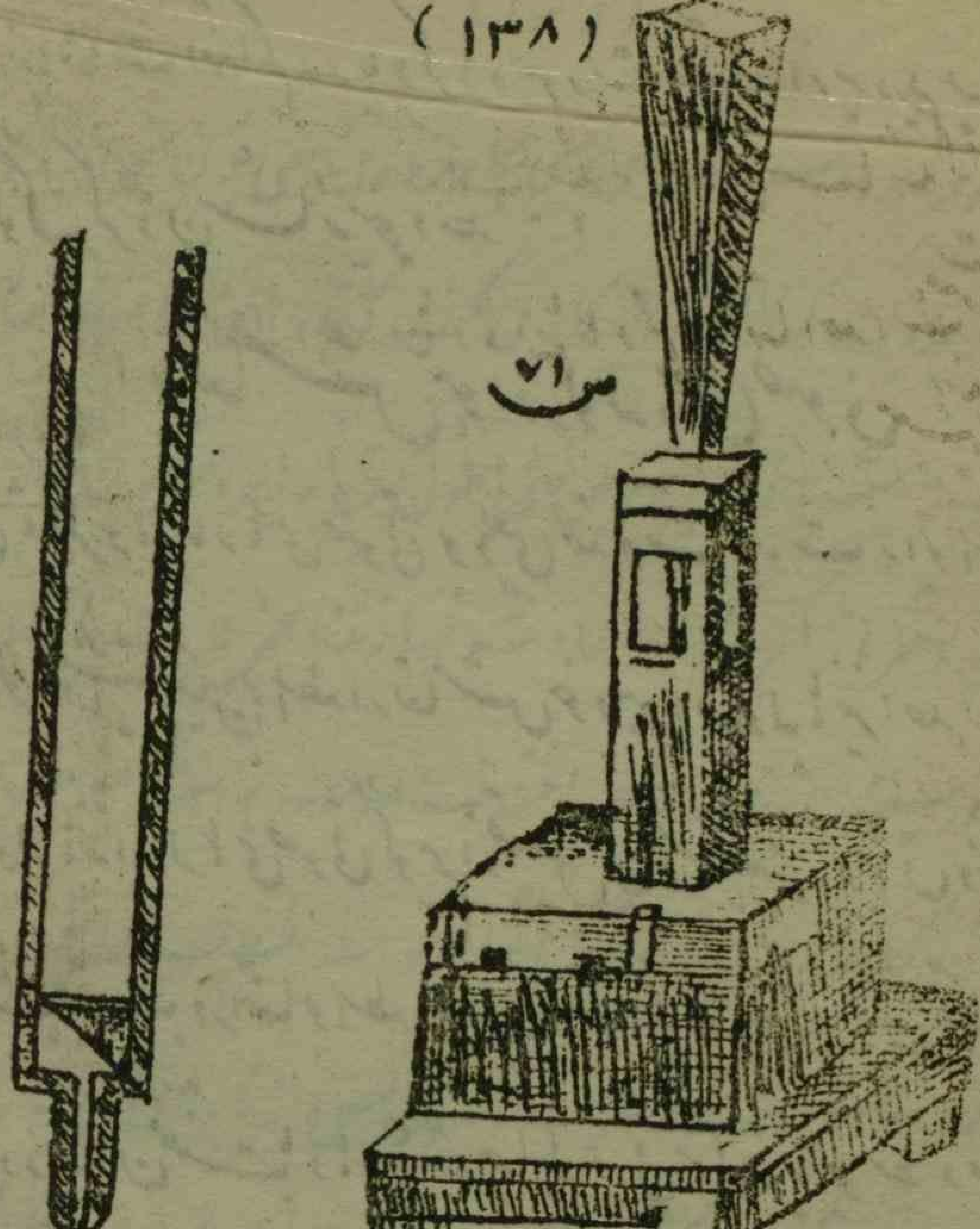
تولید صوت در لوله ها فقط بواسطه دمیدن نمیشود بلکه باید هوای درون لوله بسرعت

متوالیاً غلیظ و رقیق گردد بنابراین لازم است که دهانهٔ لوله را بشکل مخصوصی سازند

که هوا بنوبت در آن داخل گردد و همواره یکسان دمیده نشود و آن

بر دو نوع است و کیفیت تموّج هوا در این دو قسم لوله از این

اشکال ظاهر میشود (ص ۱۸۱)



ش ۷۱

هرگاه دو لوله صوتی متجانس و بیک اندازه باشند ولی انتهای یکی بسته

و انتهای دیگری باز باشد ارتعاشات لوله بسته نصف ارتعاشات لوله باز است

در یک لوله صوتی هرگاه سرعت جریان هوائی که وارد آن میشود

زیاد شود ارتعاشات انهم زیاد میشود و اصوات حادثه از آن مختلف میگردد

« آلات موسیقی بادی »

بنا بر خاصیت لوله های صوتی که در فوق اجمالا ذکر شد آلات موسیقی چند

چند ساخته‌اند که هر کدام عبارت از یک یا چند لوله صوتی میباشد که:
مستقیم و یا منحنی میشوند و بواسطه دمیدن با دهان یا با دم در آنها احداث صوت
میکنند و بواسطه کوتاهی یا بلندی لوله اصوات آنها را از زیر و بم مینمایند
و این آلاترا بادی گویند

آلات موسیقی بادی ایرانی ما عبارت است از نی و قره نی و سُرنا و
بُوق و کرنا و شیپور و غیرها و آلات اروپائی بسیار متنوع میباشد
بعضی از آنها از جنس نی و سرنا و شیپور است که با دهان مینوازند و برخی
از قبیل اُرگ که دارای لوله‌های متعدد است و با دم میزنند
حنجره انسان هم نوعی از آلت موسیقی بادیست و بهمان علت نیز از ادوات
همه آلات موسیقی کاملتر است و اختلاف صوت اشخاص بواسطه اختلاف
شکل و اندازه حنجره ایشان میباشد

فنگراف و گرامفن

چون حدوث صوت بواسطه ارتعاش جسم صوتیست و ارتعاش جسم هم بهوا
منتقل شده اثر مرتعش جایز و ممکن است که ارتعاش هوا هم بجسم دیگر منتقل شود

و آنرا مرتعش کند بنابراین هرگاه ورقه نازکی از شیشه را جلو دهان خود
نگاهداریم و آواز برآریم ارتعاش هوای مجاور دهان ما بورقه شیشه منتقل شده
آنرا مرتعش میسازد و هر نوع ارتعاشی که هوا از آواز ما پیدا کرده بود شیشه هم همان
نوع ارتعاش پیدا میکند و اگر شیشه متصل بجسم باریک نوک تیزی مثل
سوزن قرار دهیم که سوزن بتواند آنرا بخراشد تمام ارتعاشات و
امواج صوتی که از آواز ما حادث شده بود در روی آن جسم نرم بتوسط
خراشهای سوزن منتقش میشود و هر نوع صوتی از زیر و بم و قوی و
ضعیف و غیرها بشکل خاصی نقش می‌یابد پس از آنکه آن نقش حاصل شد
اگر مجدداً سوزن را از روی همان نقوش بهمان ترتیبی که نقوش
واقع شده گردش دهیم همان ارتعاشات سابق را پیدا کرده شیشه
متصل بخود را بهمان کیفیت مرتعش میسازد و ارتعاش آنهم بهوا منتقل میشود
و تولید همان آواز را میکند و این مسئله اساس اختراع فنگراف و
گرامفن میباشد

باب چهارم
(نور)
فصل اول
(انتشار و سرعت نور)

نور یا روشنائی چیزیست که بواسطهٔ تأثیر در قوهٔ باصره باعث میشود که انسان اشیاء را رؤیت میکند

از حیث روشنائی اجسام بر دو قسمند بعضی منیرند یعنی از خود نور دارند مثل خورشید و ستاره ها و اجسام مشتعل بعضی دیگر مستنیرند یعنی از خود نور ندارند و باید از جسم منیری نور بآنها بتابد تا روشن و مرئی شوند مثل اکثر اجسامی که بر روی زمین هستند همچنین ماه و سیارات که از خورشید کسب نور میکنند بعضی اجسام نور را از خود عبور میدهند و حاجب را نمیشوند یعنی از پشت آنها اشیاء را میتوان رؤیت کرد بواسطه آنکه نور آن اشیاء از آن اجسام عبور میکند و بچشم میرسد این قسم اجسام را شفاف و ماورا گویند مثل شیشه و بلور و آب و بخارات بعضی دیگر مانع عبور نور میشوند و باین واسطه از پشت آنها

اشیاء را رویت نمیتوان کرد این قبیل اجسام را حاجب یا ورا گویند
مثل چوب و سنگ و فلزات بعضی از اجسام هم در ضخامت زیاد حاجب اند و
هرگاه نازک باشند حاکی میشوند و حاجب و حاکی بودن هم درجات دارد
چنانکه بعضی اجسام هستند که از پشت آنها روشنائی پیداست لیکن اشیاء
حاکی نیستند که اشیاء از پشت آنها بدرستی نمایان باشد مثل کاغذ نازک یا روغن زده

(انتشار نور)

چنین گمان میرود که خاصیت نورانی بودن بعضی از اجسام از آنست که در ذرات
آنها حرکت بسیار سریع مخصوصی هست که همان حرکت آنها را نورانی میسازد
و آن حرکت منتقل میشود بذرات اثیر که جسمی است بسیار رقیق و در تمام فضای
عالم منتشر است و در درون اجسام نیز جا دارد و همانطور که افتادن سنگی در
آب احداث موجهائی میکند و ارتعاش اجسام صوتی در هوا احداث موجهای
صوتی مینماید انتقال حرکت ذرات جسم نورانی هم بذرات اثیر تولید موجهای
نورانی اثیر در فضا مینماید و آن موجها با سرعت فوق العاده در فضا سیر
میکند و هرگاه که بچشم رسید عصب باصره را متأثر کرده تولید حس روشنائی مینماید

و باعث رویت جسمی که نور از او صادر شده میگردد

انتشار نور در فضا بخط مستقیم است و بهمین جهت اجسام حاجب یا در راه مانع اجسام نورانی که در پشت آنها هستند میشوند بواسطه اینکه نور نمیتواند خط سیر خود را منحرف کرده بچشم برسد و هرگاه در اطاق تاریکی منفذی باشد و نور خورشید از این منفذ داخل اطاق شود بخوبی محسوس میگردد که بخط مستقیم حرکت میکند و خط مستقیمی را که نور در سیر خود می پیماید شعاع نور گویند

مجموع اشعۀ چندی را که از یک منشاء و سرچشمه باشد یک دسته نور گویند هرگاه اشعۀ یک دسته نور باهم متوازی باشند چنانکه در اشعۀ نور صادر از اجسام بسیار بعید از قبیل خورشید و ستاره ها واقع میشود دسته نور را متوازی گویند اگر اشعۀ نور همه متوجه بیک نقطه باشند آنها را متقارب خوانند و اگر اشعۀ از یک نقطه صادر شده و باطراف پراکنده شوند چنانکه از یکدیگر دور شوند آنها را متباعد خوانند

جسم نورانی اگر بسیار کوچک باشد بطوریکه بتوان از ابعاد آن صرف نظر نمود آنرا نقطۀ نورانی گوئیم

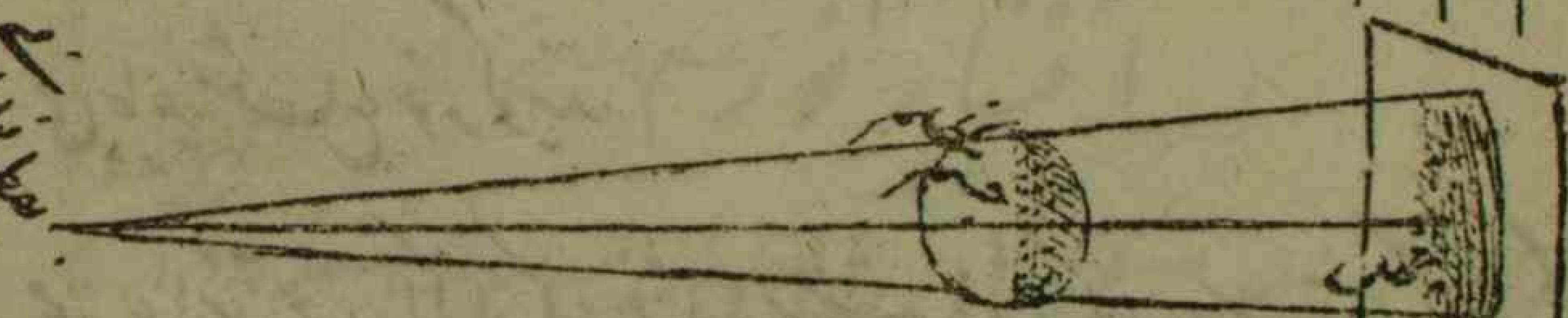
مستقیم بودن اشعهٔ نور باعث کیفیت مخصوص احداث سایه بواسطهٔ اجسام مظلمه میگردد

باین معنی که تشکیل سایهٔ اجسام را میتوانیم در تحت قاعده درآوریم از اینقرار

۱— هرگاه جسم مظلمی در مقابل یک نقطهٔ نورانی واقع شود سایه که از آن جسم بر سطح

طرف مقابل میافتد محدود است بخطوطی که از آن نقطه نورانی بطور مماس بر سطح

جسم مظلم رسم شود و تا سطح طرف مقابل امتداد یابد (س ۷۲)



(س ۷۲)

۲— هرگاه سرچشمه نور نقطه نبوده جسم باشد علاوه بر سایه شبه ظلّ هم در

سطح طرف مقابل در اطراف ظل احداث میشود

شبه ظل عبارتست از سایهٔ کم رنگ تری که در اطراف ظلّ دیده میشود باینمعنی

که هرگاه جسمی سایه میاندازد تا یک حدی تاریکی شدید و سایه کامل است و از آن

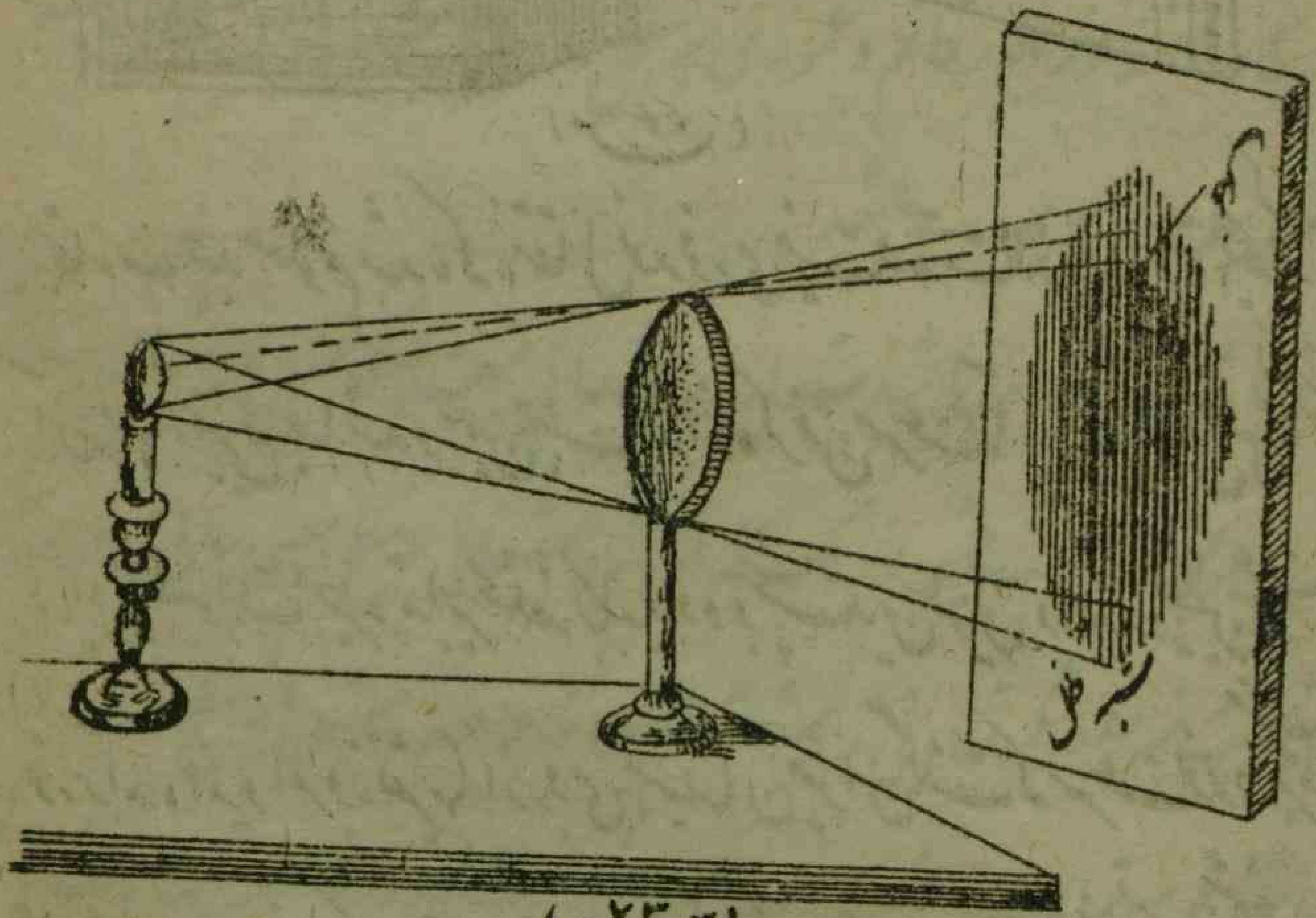
حد بعد سایه متدرجاً کم رنگ میشود تا بروشنائی کامل برسد و این سایه

کم رنگ را شبه ظل گوئیم

علت حدوث شبه ظل اینست که نقاطی که شبه ظل در آنجا واقع میشود نه بکلی از

روشنائی جسم نورانی محروم است و نه کاملا روشنائی بان میتابد و کیفیت

این امر از س ۷۳ محسوس میگردد



(س ۷۳)

استقامت اشعهٔ نور یک نتیجه دیگر هم دارد و آن اینست که هرگاه نور از منفذ

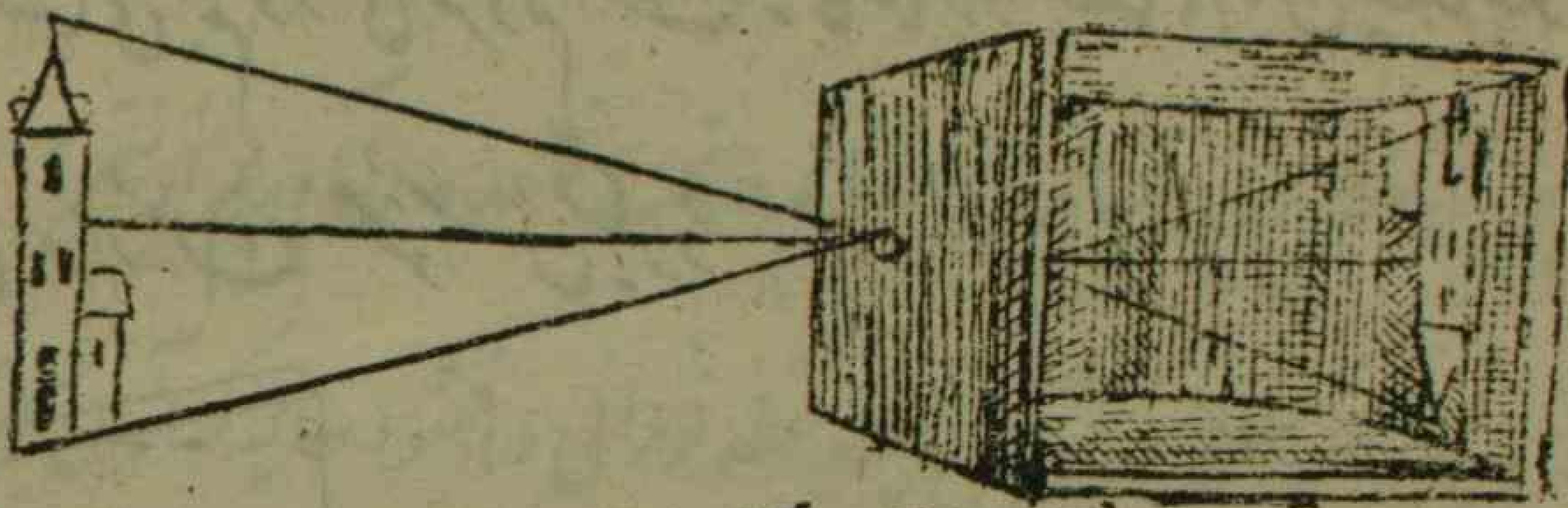
کوچکی داخل فضای تاریکی شود تصویر اشیاء خارجی در آن فضا بر سطح طرف مقابل

اشیاء معکوساً نقش میشود و کیفیت این امر نیز بواسطه س ۷۴ محسوس میگردد

(سرعت نور)

سرعت انتشار نور بقدری زیاد است که مدتهای مدید آنرا بی نهایت فرض میکردند

یعنی تصور میکردند نور از یک نقطه بنقطهٔ دیگر بهر فاصله که باشد فوری میرسد لکن



(س ۷۴)

تجارب چند معلوم شده که انتقال نور فوری نیست و مدتی لازم دارد الّا اینکه حرکت آن بسیار سریع میباشد و بهمین جهت اندازه گرفتن سرعت آن خیلی مشکل است لیکن در این سنوات اخیره تدابیر مختلفه بکار برده و بچندین طریق در صدد تعیین سرعت نور برآمده اند و امروز تقریباً از روی اطمینان میتوان گفت که سرعت نور در هر ثانیه قریب سیصد هزار کیلومتر است (قدری زیادتر از چهل و هشت هزار فرسخ شش هزار ذرعی)

بنابر اینکه انتقال نور مدتی لازم دارد و سرعت آنهم در یک ثانیه سیصد هزار کیلومتر است نور خورشید در ظرف هشت دقیقه بزمین میرسد و هرچه ستاره دورتر باشد نور آن دیرتر میرسد و نزدیکترین ستاره های ثابت بقدری از زمین دور است که نور آن سه سال مدت لازم دارد تا بما برسد

(قوّت نور)

مقدار نوری که از جسم نورانی معینی بر سطح جسم دیگر میتابد گذشته از جنس خود

نور بسته است بفاصله جسم و میل اشعهٔ نور

هرگاه اشعهٔ نور بطور قائم و عمودی بر سطحی تابد روشنائی آن زیادتر است تا

اینکه بطور مایل و مورب باشد

اگر اشعه نور عمودی باشد مقدار روشنائی نسبت معکوس فاصله جسم است از چشمهٔ نور

هرگاه دو سر چشمه نور یک اندازه روشنائی بر سطح معینی بتابانند در صورتیکه

از حیث شرایط دیگر تفاوتی نداشته باشند آنکه فاصله اش از سطح مزبور زیاد

باشد قوی تر است و نسبت قوت آنها مثل نسبت مجذور فاصله آنها است بسطح مذکور

بنا بر خواص و قوانینی که درباره قوت نور مذکور داشتیم آلتها ساخته اند که قوت

وحدت اجسام منیره را می سنجد و اندازه میگیرد و آلات مذکور را (فوتومتر)

یعنی میزان النور نامیده اند

(فصل دوّیم)

انعکاس نور

انعکاس نور بر دو قسم است منظّم و غیر منظّم

انعکاس منظم را مرآتی نیز میگویند بواسطه اینکه انعکاسی که در آینه واقع میشود

منظم است و آن در تحت قاعدهٔ ذیل میباشد

اولاً شعاع تابش و شعاع منعکس واقعند در یک سطح و آن عمود است بر سطح

منعکس کننده

ثانیاً زاویهٔ انعکاس مساوی است با زاویهٔ تابش

شعاع تابش و شعاع منعکس و زاویهٔ تابش و زاویهٔ انعکاس در اینجا هم بهمان معنی است

که در مبحث حرارت مذکور داشته ایم و قوانین انعکاس نور عیناً مانند قوانین انعکاس

حرارت است و ما بین خواص نور و حرارت مشابهت تام موجود است

انعکاس منظم یا مرآتی در سطوح صیقلی واقع میشود از قبیل بلور و آب پاک و سطح

فلزات صیقلی ولی هرگاه سطحی که نور بر آن میتابد کاملاً صیقلی نباشد نور را بطور غیر منظم

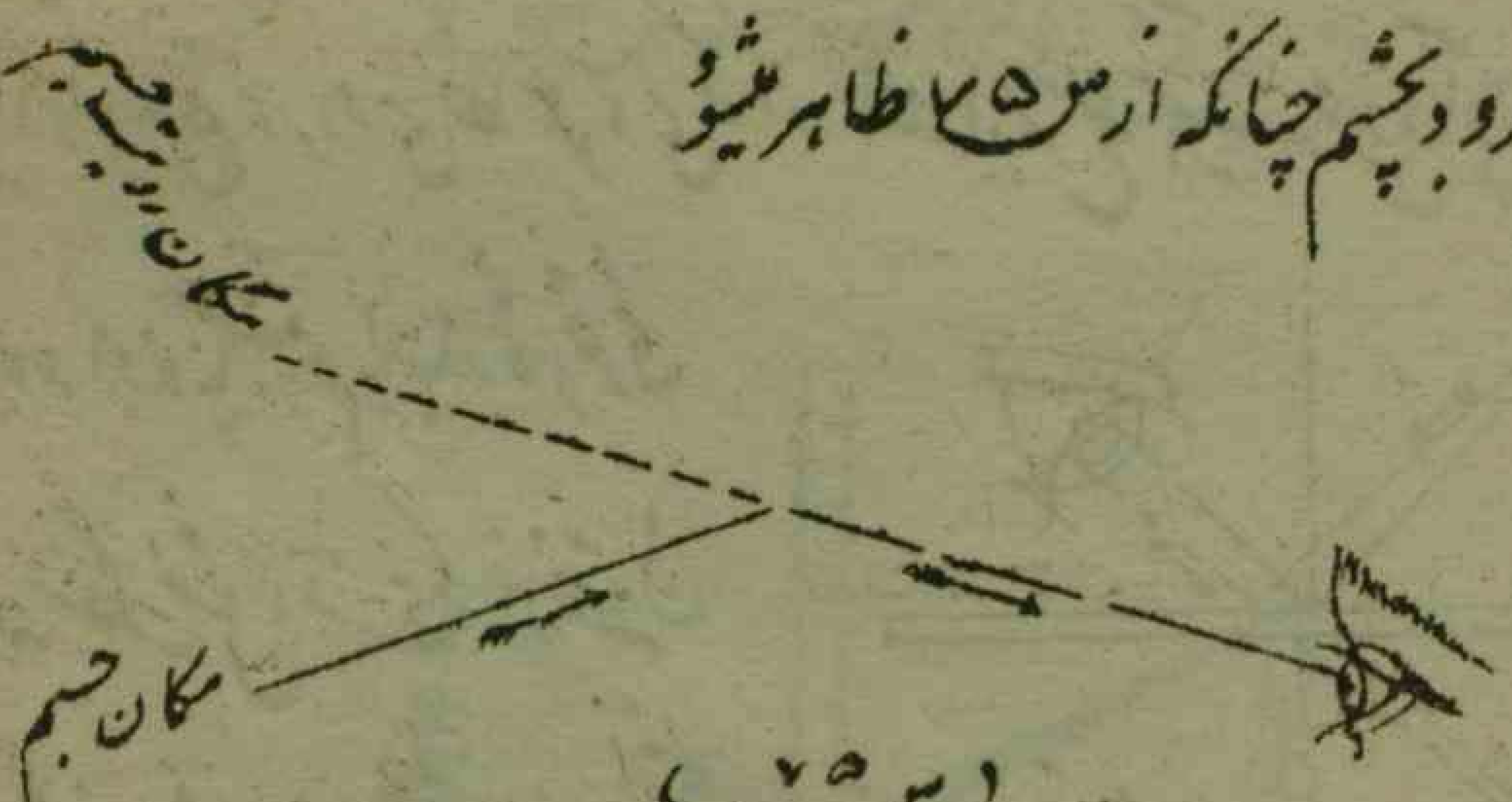
منعکس مینماید و در اطراف پراکنده میکند و انعکاس غیر منظم خیلی بیشتر از انعکاس

منظم واقع میشود و اینکه ما اشیاء را رؤیت میکنیم بواسطه انعکاس غیر منظم است

زیرا اجسامیکه نور بر سطح آنها منظماً منعکس میشود خودشان مرئی نمیشوند و فقط سرچشمهٔ

نور را بواسطهٔ انعکاس اشعهٔ آن ظاهر میسازند

هرگاه اشعهٔ نور مستقیماً از جسمی بچشم ما برسد آن جسم را در همان مکانی که هست می‌بینیم اما اگر بواسطهٔ انعکاس یا علت دیگر اشعهٔ نور تغییر جهت دهند و منحرف شده بچشم برسند جسم در آن مکان که هست دیده نمیشود بلکه در نقطه دیده میشود که واقعست در امتداد شعاع هنگام ورود بچشم چنانکه از ش ۷۵ ظاهر میشود



(ش ۷۵)

(آئینه)

در اصطلاح فیزیک آئینه جسمی را گویند که سطح آن کاملاً صیقلی بوده و اشعهٔ تابش را منظماً منعکس نماید و آن بر چند قسم است مسطح و محدب و مقعر

هر سطح مستوی صیقلی را میتوان آئینه مسطح گفت و بنابر انعکاسیکه اشعهٔ نور بر سطح صیقلی پیدا میکنند از اجسام بر سطح آئینه های مسطح تصاویری مرتسم میشود که کیفیت حدوث آنها را ذیلا بیان میکنیم

حدوث تصاویر در آئینه های مسطح

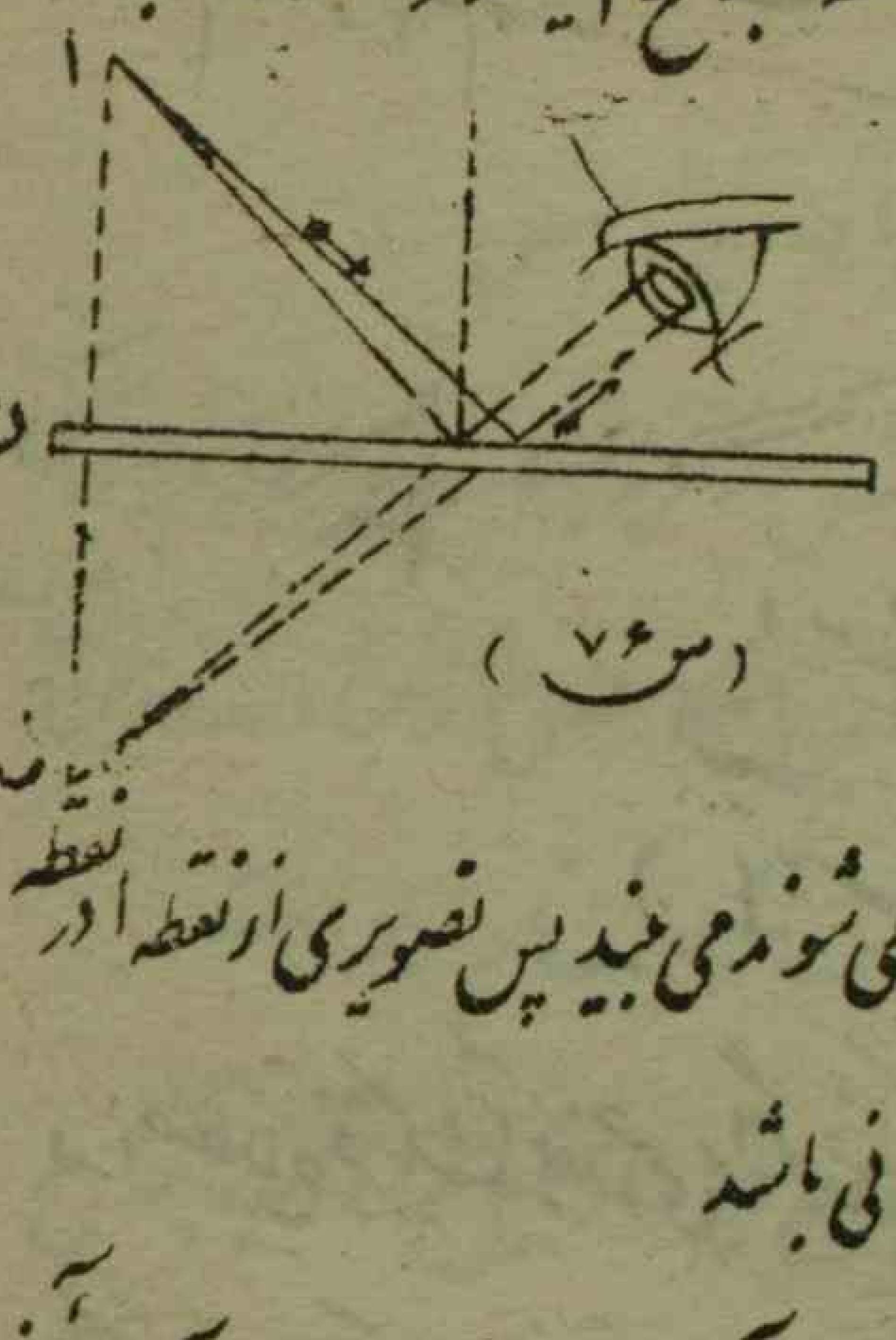
اولاً فرض میکنیم منشاء نور یک نقطه باشد مثل ا در ش ۷۶ که اشعهٔ آن بر سطح آئینه م ن تابیده

منعکس شود و بچشم برسد از روی قانون هندسی میتوان ثابت کرد که تمام اشعهٔ صادره

از نقطه ا واقعه بر سطح م ن همینکه منعکس شد هرگاه اشعهٔ منعکسه را بتوهم امتداد دهیم همه

در یکنقطه مثل نقطه ل تلاقی میکنند که واقعست در جانب دیگر آئینه و درست مقابل است بطوری که

با نقطه ا و واقع در روی خط عمودی که از نقطه ا بر سطح آئینه فرود آورده و باندازه خود



(ش ۷۶)

امتداد داده باشیم بعبارة اخری

جمیع اشعه منعکسه مثل اینست که از نقطه ل

صادر شده باشند و چون چشم انسان نقاط

نورانی را در امتداد خطوطی که وارد چشم می شوند می بیند پس تصویری از نقطه ا در

ل می بیند مثل اینکه نقطه ل واقعاً نورانی باشد

نتیجه اینکه در آئینه های مسطح تصویر یکنقطه در پشت آئینه دیده میشود و فاصلهٔ آن از آئینه

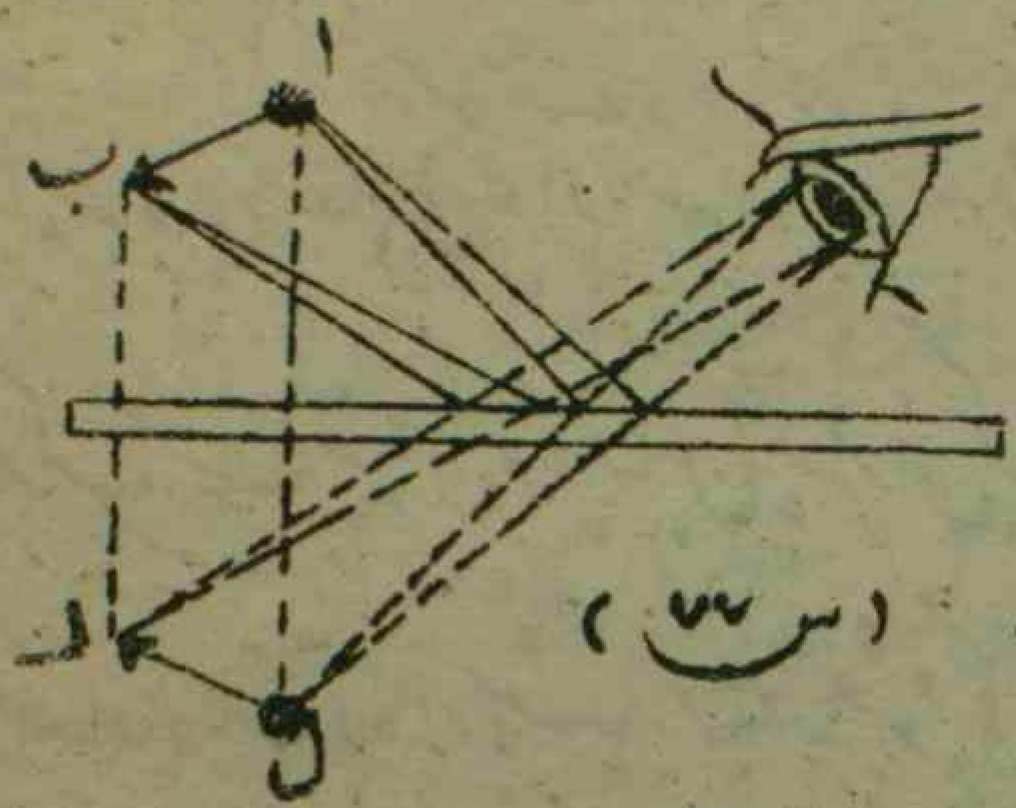
بقدر فاصلهٔ همان نقطه است از آئینه و تصویر واقعست بر روی خط عمودی که از آن نقطه بر

آئینه فرود آورده باشند

حال اگر فرضاً نور نقطه نبوده یک شیئی باشد چون هر شیئی لابد مرکب از نقاط چندی است

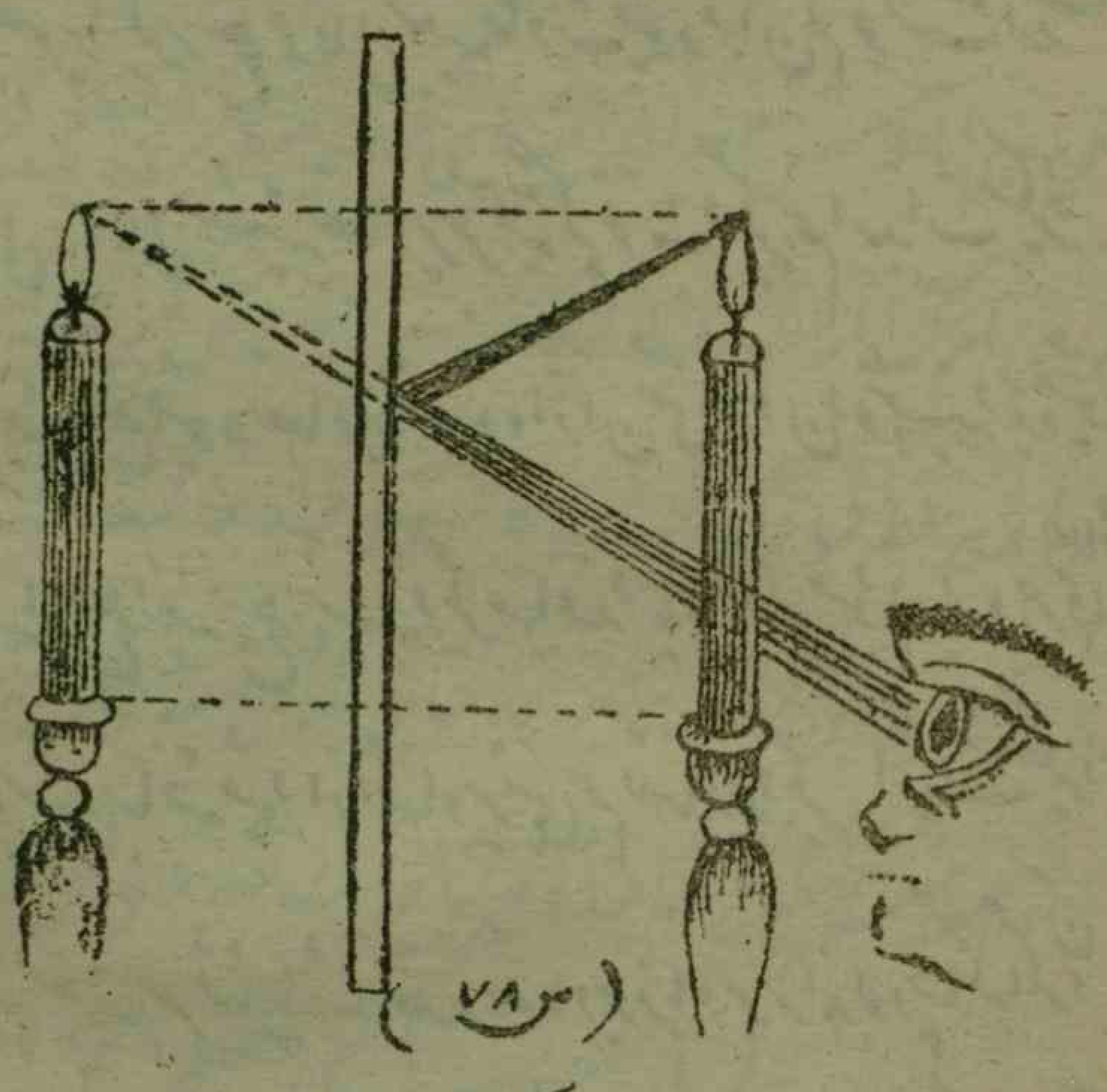
اگر بقاعده فوق تصویر هر یک از نقاط آن شیئی را معین کنیم تصویر خود آن شیئی بدست میاید

چنانکه در (س ۷۷) تصویر تیر اب در ل ک نموده شده و (س ۷۸) تصویر



(س ۷۷)

شمع را در آیینه و خط حرکت شعاع آن را
مینماید و بالاخره نتیجه کلی اینست که در
آیینه های مسطح تصویر اشیاء در پشت آیینه



(س ۷۸)

دیده میشود و فاصله تصویر از آیینه بقدر فاصله خود آن شیء است از آیینه و اندازه تصویر هم
بقدر اندازه شیء است و تصویر با شیء درست نسبت با آیینه متقارن میباشد
در آیینه های مسطح حدوث تصویر نتیجه خطای حس باصره است زیرا که اشعه منعکسه از آیینه در حقیقه
پشت آیینه نمیروند و متلاقی نمیشوند فقط چشم انسان چنین فرض میکند که آنها متلاقی شده اند

پس اینقسم تصاویر را تصاویر مجازی گویند

آئینه های متعارفی که از شیشه ساخته شده و پشت آن زیبق کشیده اند آئینه بسیط نیست بلکه

مرکب است و میتوان آنرا چندین آئینه فرض کرد چنانکه اگر درست دقت شود در آن آئینه

تصاویر متعدده از اشیاء ساخته میشود یکی خیلی روشن است و آن تصویریست که در سطح

زیبق حادث میگردد تصویر دیگر بر سطح فوقانی شیشه حادث میشود و آن کم قوتست و از رفت و آمد

اشعهٔ نور بر سطوح فوقانی و تحتانی شیشه تصاویر فرعیهٔ کم قوت دیگر هم احداث میگردد

هرگاه شیئی مابین دو آئینه واقع میشود تصاویر متعدده از آن شیئی در آن دو آئینه دیده میشود

بواسطه اینکه اشعه منعکسه از سطح آئینه بسطح آئینه دیگر میافتد و باز منعکس میشود بعبارهٔ اخری علاوه

بر تصاویری که از خودش ساخته میشود از تصاویر شیئی هم تصاویر دیگر احداث میگردد

و میل آن دو آئینه هر چه نسبت بهم بیشتر باشد عدهٔ تصاویر زیادتر خواهد بود چنانکه اگر آن

دو آئینه نسبت بهم قائم باشند سه تصویر دیده میشود و اگر میلشان باندازهٔ زاویه شصت درجه

باشد پنج تصویر حادث میشود و اگر زاویه چهل و پنج درجه باشد هفت تصاویر حادث میگردد

و هرگاه دو آئینه نسبت بهم متوازی باشند عدهٔ تصاویر لایتناهی خواهد بود

بنابر خاصیت مزبور از ترکیب آئینه های چند آلتها ساخته اند که تصاویر متعدده زیبا از اشیاء

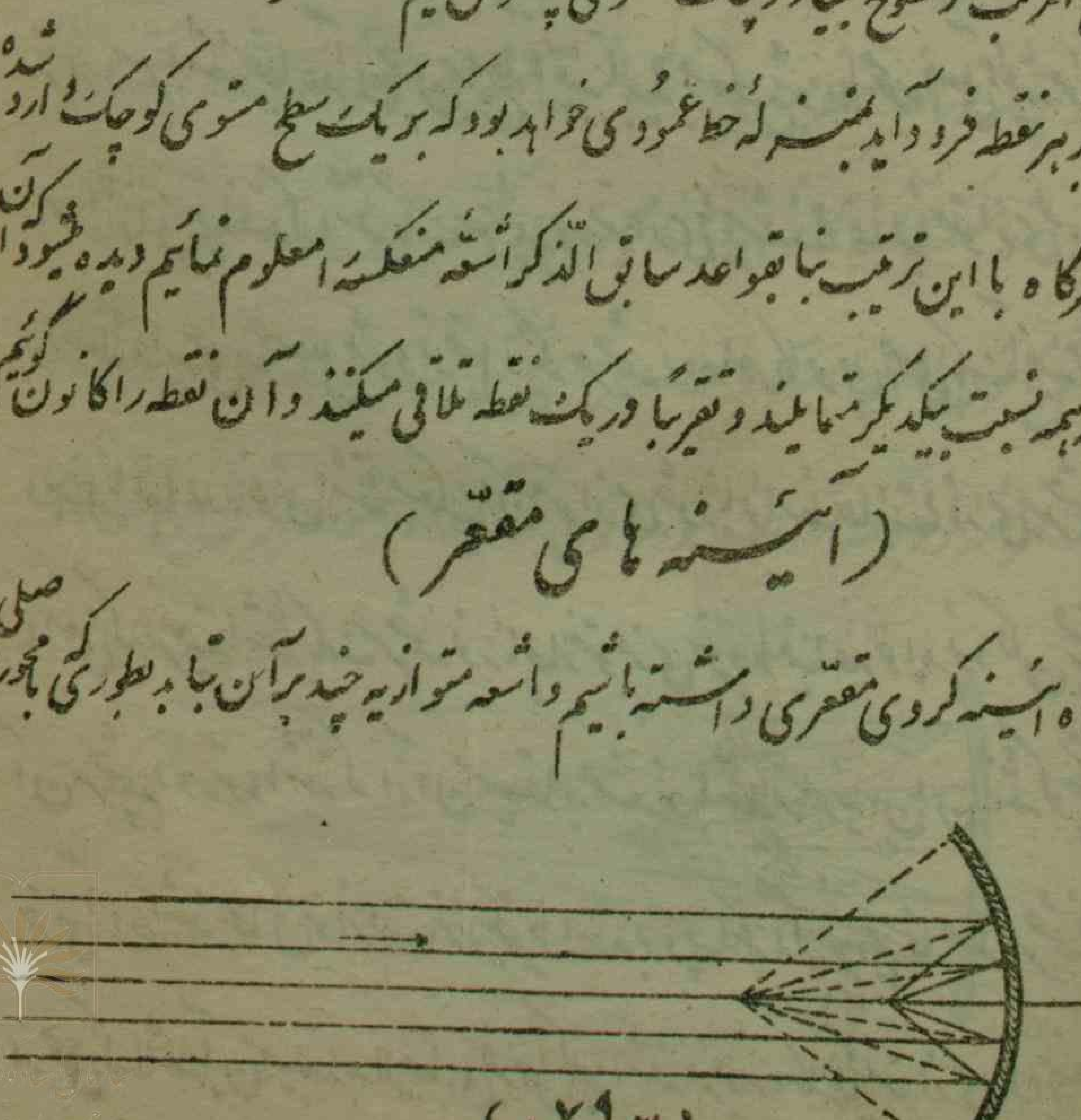
بنظر میرسانند و آنرا کالیدسکپ (Kaleidoscope) گویند

حدوث تصاویر در آئینه های منحنی

متعارف ترین آئینه های منحنی آئینه های کروی است و هرگاه سطح داخلی آنها صیقلی باشد
آئینه را مقعر خوانند و اگر سطح خارجی آنها صیقلی باشد آئینه را محدب نامند
قوانین انعکاس نور را در آئینه های کروی عیناً میتوان منطبق کرد باین طریق که سطح یک آئینهٔ
کروی را مرکب از سطوح بسیار کوچک مستوی چند فرض کنیم و در آنصورت نصف قطری که از مرکز
کره بر هر نقطه فرود آید بمنزله خط عمودی خواهد بود که بر یک سطح مستوی کوچک وارد شده
و هرگاه با این ترتیب بنا بقواعد سابق الذکر اشعهٔ منعکسه را معلوم نمائیم دیده میشود که آن
اشعه همه نسبت بیکدیگر متمایلند و تقریباً در یک نقطه تلاقی میکنند و آن نقطه را کانون گوئیم

(آئینه های مقعر)

هرگاه آئینه کروی مقعری داشته باشیم و اشعه متوازیه چند بر آن بتابد بطوری که با محور اصلی



(ش ۷۹)

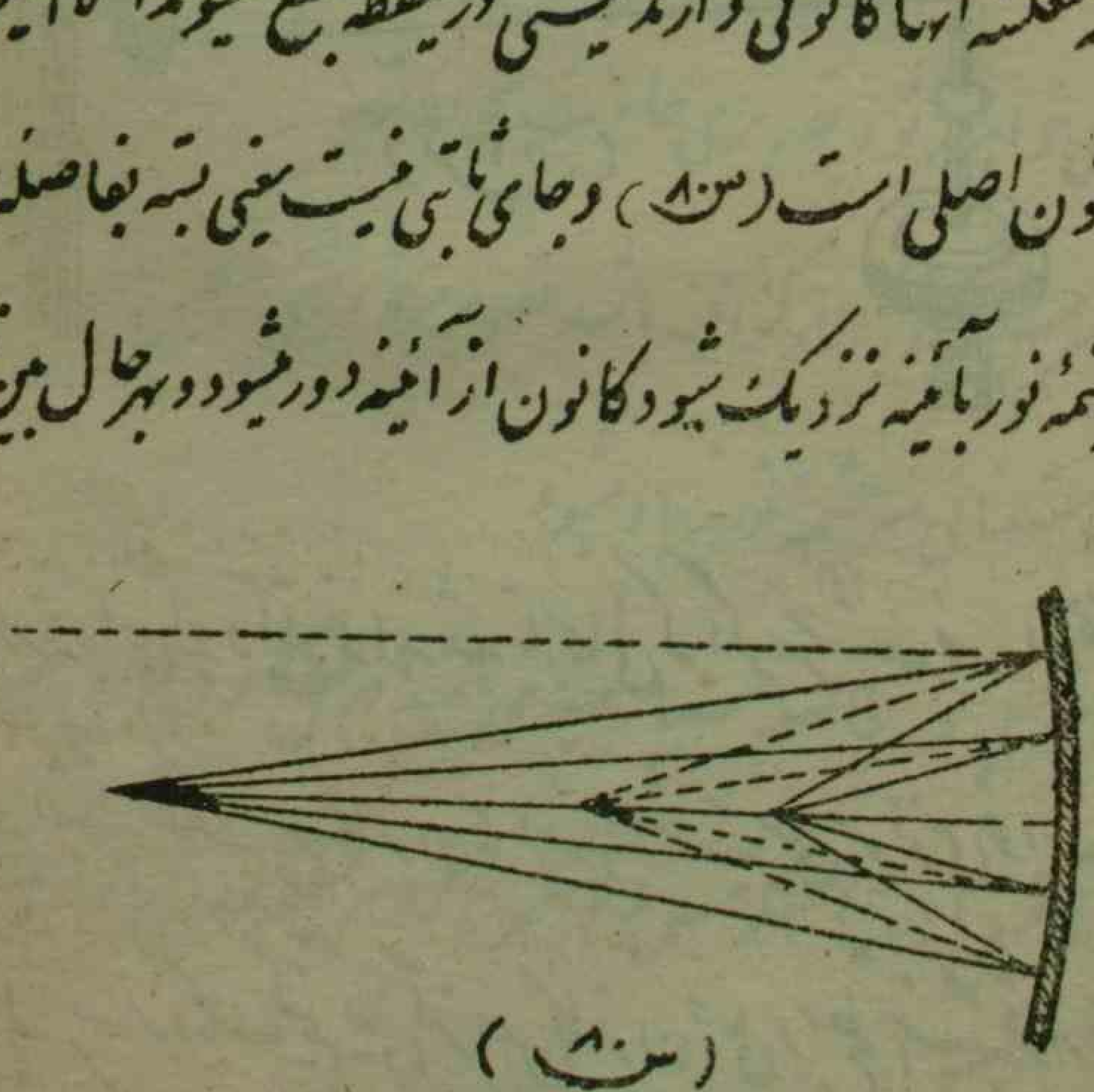
آئینه موازی باشند (محور اصلی خطی است که از مرکز کره مرور کرده و بواسطه آئینه که راس پس آئینه مینامیم بخورد) بتجربه و دلیل معلوم میشود که اشعه منعکسه آن اشعه متوازیه همه در یک نقطه جمع میشوند و آن نقطه واقعست بر روی محور اصلی بطوری که فاصلهٔ آن از مرکز کره مساوی است با فاصله همان نقطه از راس آئینه و آن نقطه را که محل اجتماع اشعه منعکسه است کانون اصلی آئینه مقعر گویند

(س ۷۹)

از همین جا استنباط میشود که هرگاه یکنقطه نورانی را در کانون اصلی یک آئینه مقعر قرار دهیم اشعه متباعد آن چون بر سطح آئینه تابیده منعکس شوند با محور اصلی آئینه موازی میگردند نادر اتفاق میافتد که اشعه یک سرچشمه نور متوازی باشند غالباً متوازی بودن اشعه ها بواسطه تدابیر عملی حاصل میشود از قبیل اینکه سرچشمه نور را در کانون اصلی یک آئینه مقعر قرار دهند تا بقاعده فوق اشعه منعکسه آن متوازی شود یا بواسطه غایت دوری سرچشمه نور باینمعنی که هر چند اشعه یک سرچشمه نور ناچار متوازی نبوده متباعد خواهد بود لکن هر قدر آن سرچشمه دورتر و اشعه که از آن میتابد ممتدتر باشد زاویه بین آن اشعه کوچکتر و بعبارة اخری آن اشعه بحال موازات نزدیکتر خواهند بود چنانکه اگر بتوانیم فاصله سرچشمه نور را از محلی که اشعه بآن میتابد لایتناهی فرض کنیم اشعه مزبوره کاملاً متوازی خواهند بود

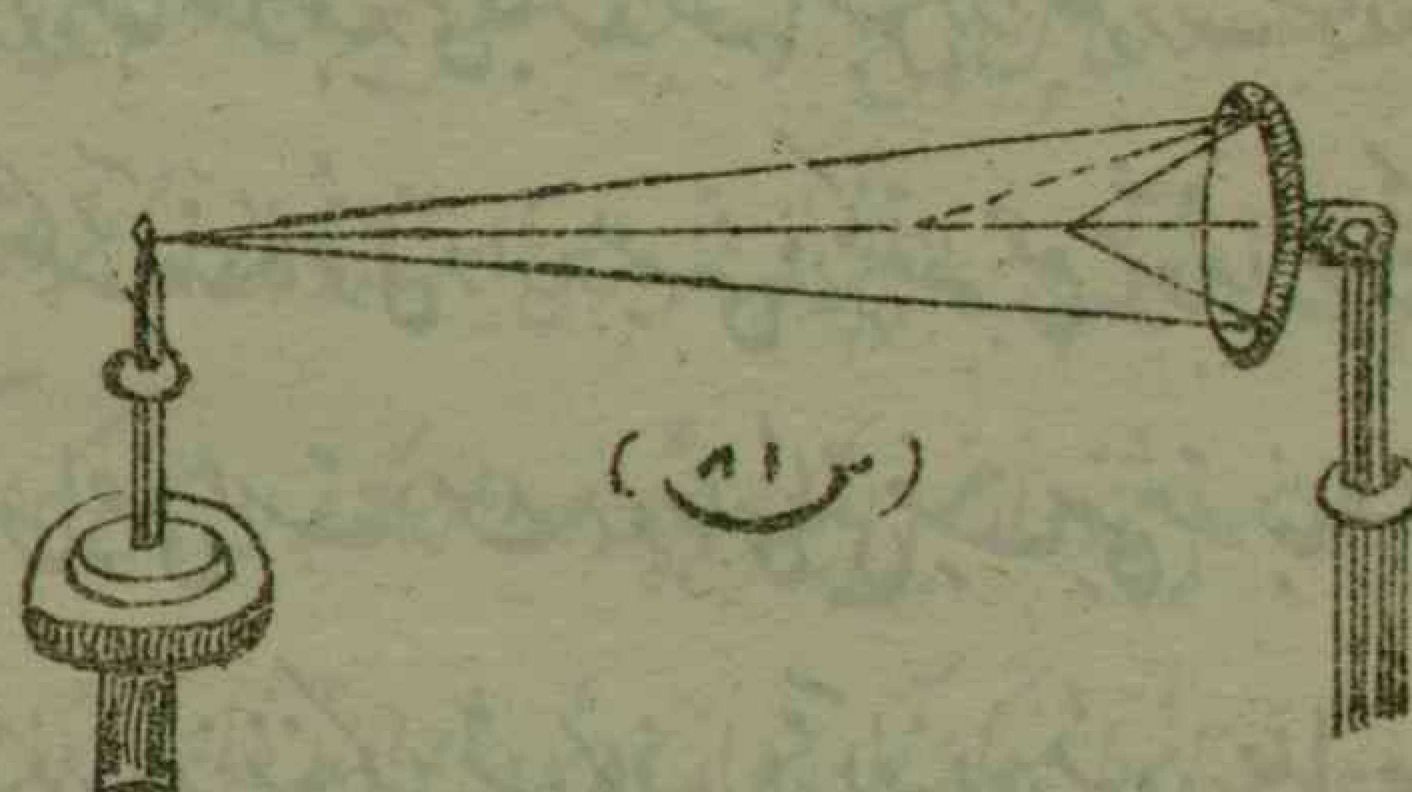
حال اگر هیچ سرچشمهٔ نوری نیست که فاصلهٔ آن بمحل دیگر لایتناهی باشد لیکن بر حسب
ظاهر و عملاً میتوان فواصل بسیار بعیده از قبیل ابعاد شمس و قمر و کواکب را در حکم لایتناهی
قرار داد و نتیجه تقریباً همان است یعنی اگر اشعهٔ شمس و قمر و کواکب را بر سطح یک آینهٔ
مقعر بتابانیم اشعهٔ منعکسهٔ آنها در کانون اصلی جمع میشوند و تصویری از آنها در آن نقطه
حادث میگردد و آن تصویر مجازی نبوده حقیقی است زیرا که اشعهٔ منعکسه حقیقةً در
کانون اصلی جمع شده و تصویر وجود حقیقی دارد نه ذهنی

اما اگر سرچشمهٔ نور بفاصلهٔ بعیدی نباشد اشعهٔ تابش در آنصورت متوازی نخواهند بود
ولی باز اشعهٔ منعکسهٔ آنها کانونی دارند یعنی در یک نقطه جمع میشوند الا اینکه آن نقطه
غیر از محل کانون اصلی است (ش ۸۰) و جای ثابتی نیست یعنی بسته بفاصلهٔ سرچشمهٔ نور است
و هر قدر سرچشمهٔ نور بآینه نزدیک شود کانون از آینه دور میشود و بهر حال بین نقطهٔ کانون



(ش ۸۰)

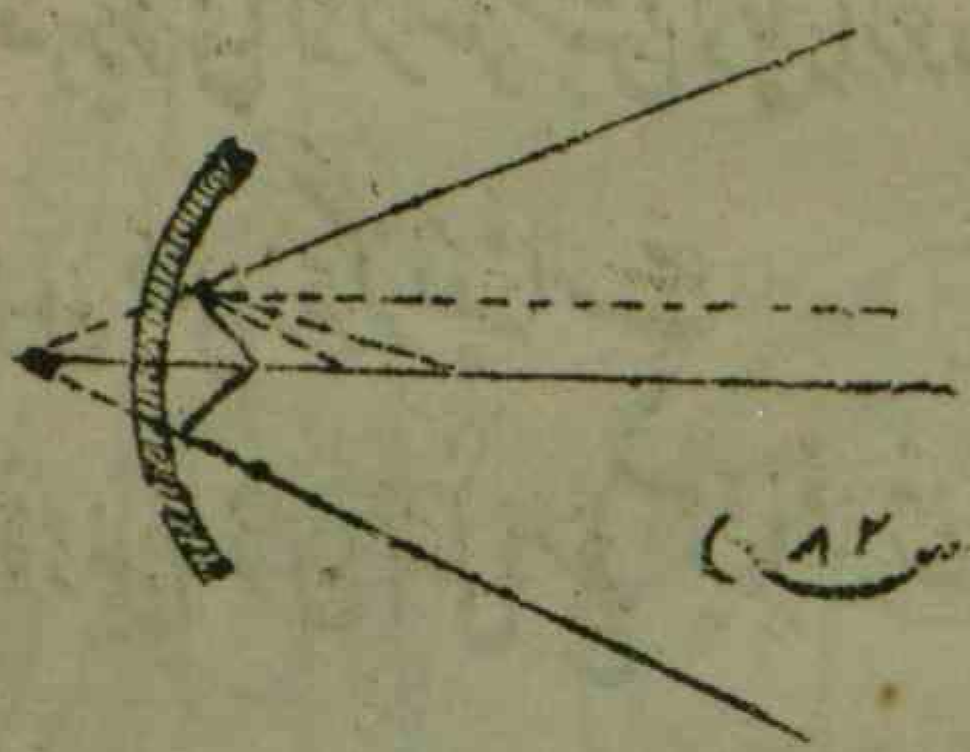
اصلی و مرکز آینه خواهد بود و این کانون را کانون مرتبط گویند زیرا که ارتباط تام بسرچشمه
نور دارد باین معنی که اگر سرچشمه نور را در محل کانون قرار دهند کانون اشعهٔ منعکسهٔ آن در محل
سابق سرچشمهٔ نور خواهد بود بعبارهٔ اخری سرچشمه چون بجای کانون قرار گیرد کانون بجای سرچشمه
قرار خواهد گرفت و در هر حال کانونها حقیقی است (س ۸۱) هرگاه سرچشمه نور را بقدری بآینه
نزدیک کنیم که در مرکز آینه قرار گیرد کانون اشعهٔ منعکسه هم در همین نقطه مرکز خواهد بود
بعبارهٔ اخری تصویر شیء بر خود شیء منطبق خواهد شد و اگر باز سرچشمهٔ نور را بآینه نزدیک نمائیم



(س ۸۱)

کانون در ورای او واقع خواهد شد تا بجائی که اگر سرچشمه نور را در محل کانون اصلی
قرار دهیم اشعهٔ منعکسه هیچ کانون نخواهند داشت یعنی متوازی خواهند بود و اگر باز سرچشمه
نور را بسطح آینه نزدیک کنیم یعنی ما بین کانون اصلی و سطح آینه قرار دهیم اشعهٔ منعکسه
متباعد خواهند شد و در حقیقت تلاقی نخواهند کرد ولی میتوان در پشت آینه امتداد آنها را

مثلاثی فرض میشود و بهمان طور که در آئینه مسطح بواسطه خطای حس باصره تصویر مجازی



(س ۸۲)

احداث میشود در اینجا هم کانون مجازی و تصویر مجازی خواهیم داشت (س ۸۲)

پس در مقابل آئینه مقعر ترتیب حدوث تصاویر از این قرار خواهد بود هرگاه سرچشمه نور

در محل کانون اصلی یعنی بیک فاصله بین راس آئینه و مرکز آن باشد چون اشعه منعکسه

متوازی خواهند بود تصویری حادث نخواهد شد

هرگاه سرچشمه نور در مرکز آئینه باشد تصویر بر خود شیئی منطبق میشود و بچشم محسوس نمیگردد

فقط روشنائی سرچشمه نور زیاد میشود

هرگاه سرچشمه نور بفاصله بسیار بعیدی باشد در محل کانون اصلی تصویری از آن حادث

میشود که حقیقی است و معکوس و کوچکتر از خود سرچشمه نور زیرا که اشعه منعکسه بعد از تلاقی

در کانون بچشم میرسند

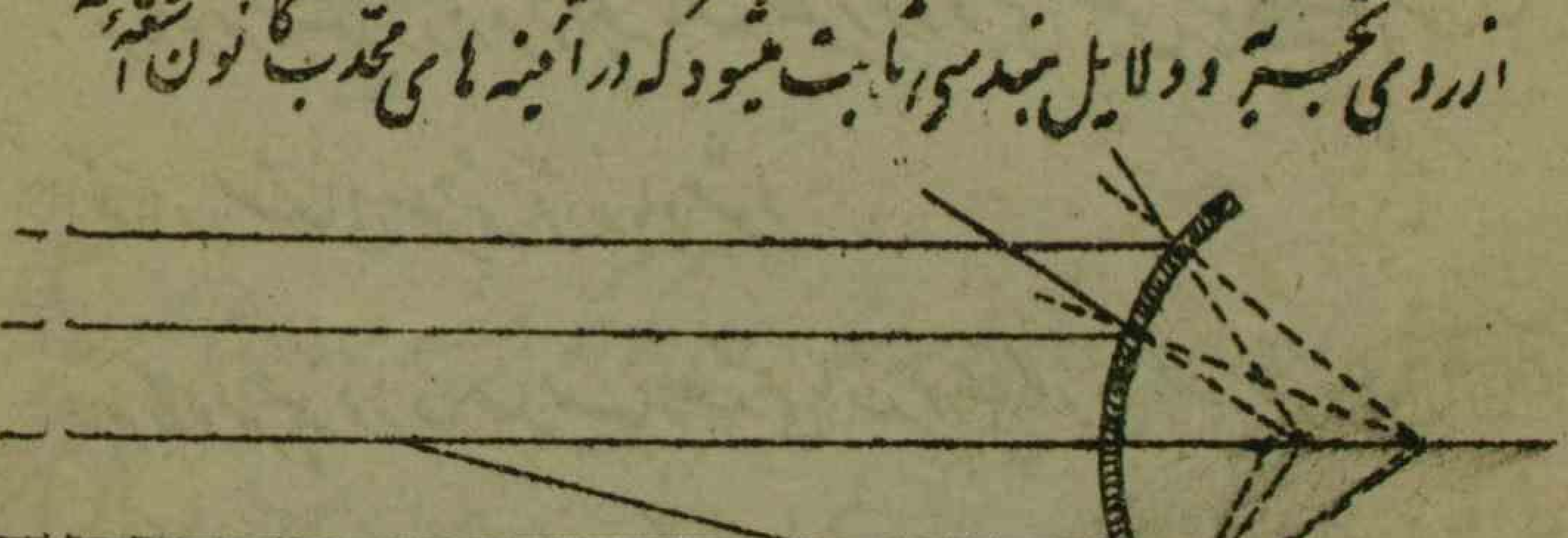
هرگاه سرچشمهٔ نور خیلی بعید نبوده لیکن در ورای کانون اصلی باشد تصویری حادث میشود که مانند تصویر فوق الذکر معکوس و کوچکتر از خود شیئ و حقیقی است اما محل حدوث آن مابین کانون اصلی و مرکز آئینه است

هرگاه سرچشمهٔ نور بین کانون اصلی و سطح آئینه باشد تصویر مجازی و مستقیم و بزرگتر از خود شیئ خواهد بود

آئینه هائیکه در نزد عوام معروف بآئینهٔ دق میباشد یعنی تصاویر را درشت و بدترکیب بنظر میرسانند آئینه هائی هستند که سطح آنها کاملاً مستوی نبوده انحنا دارد و علت درشت و بدترکیب بودن تصاویر از قاعدهٔ فوق معلوم میشود

آئینه های محدّب

از روی تجربه و دلایل هندسی ثابت میشود که در آئینه های محدب کانون اشعهٔ منعکسه

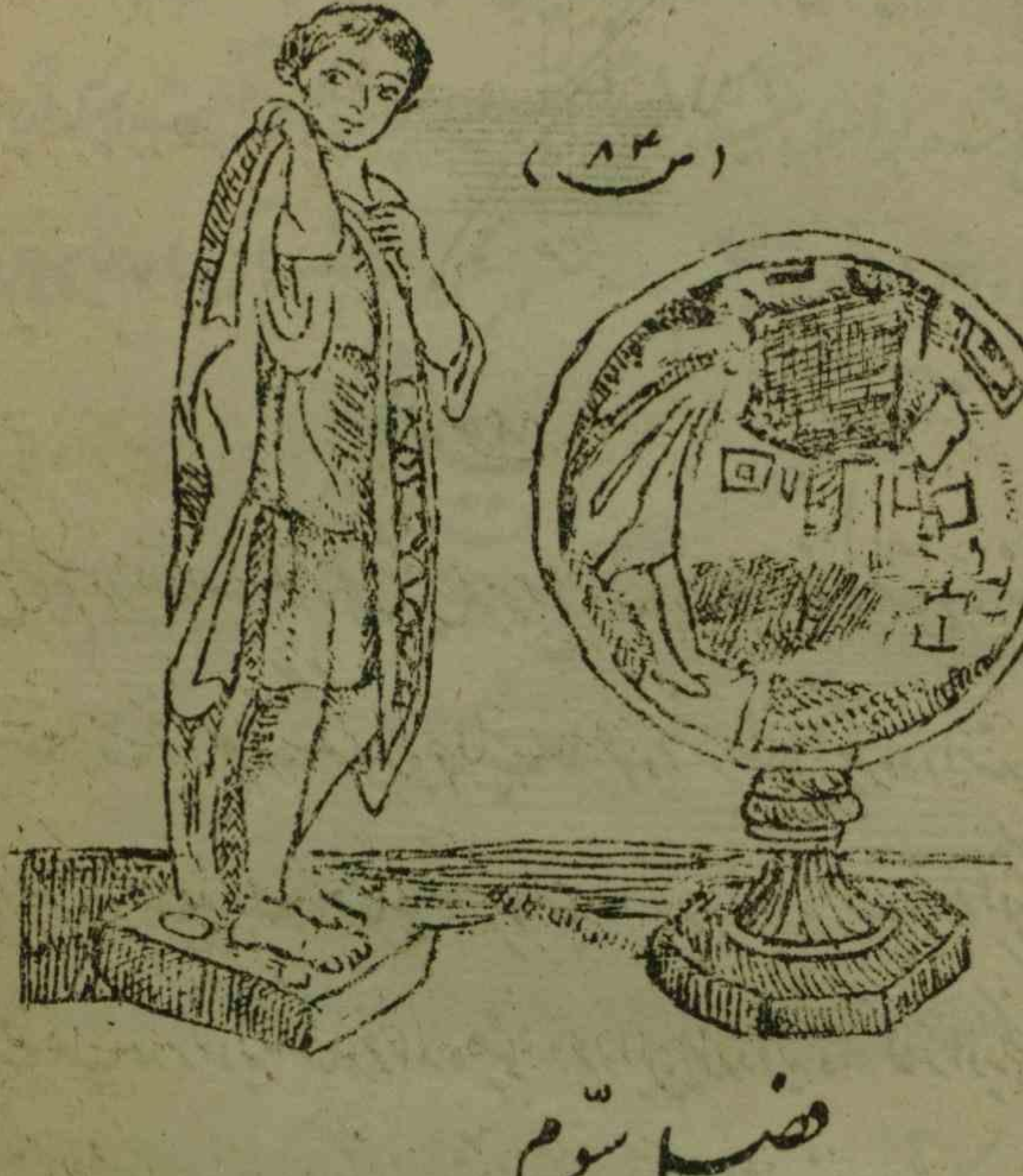


(۸۳)

همه وقت مجازی است و تصاویر اشیاء در هر حال مستقیم و کوچکتر از خود آنها میباشد

چنانکه از ملاحظهٔ (س ۸۳) و (س ۸۴) مشهود میشود

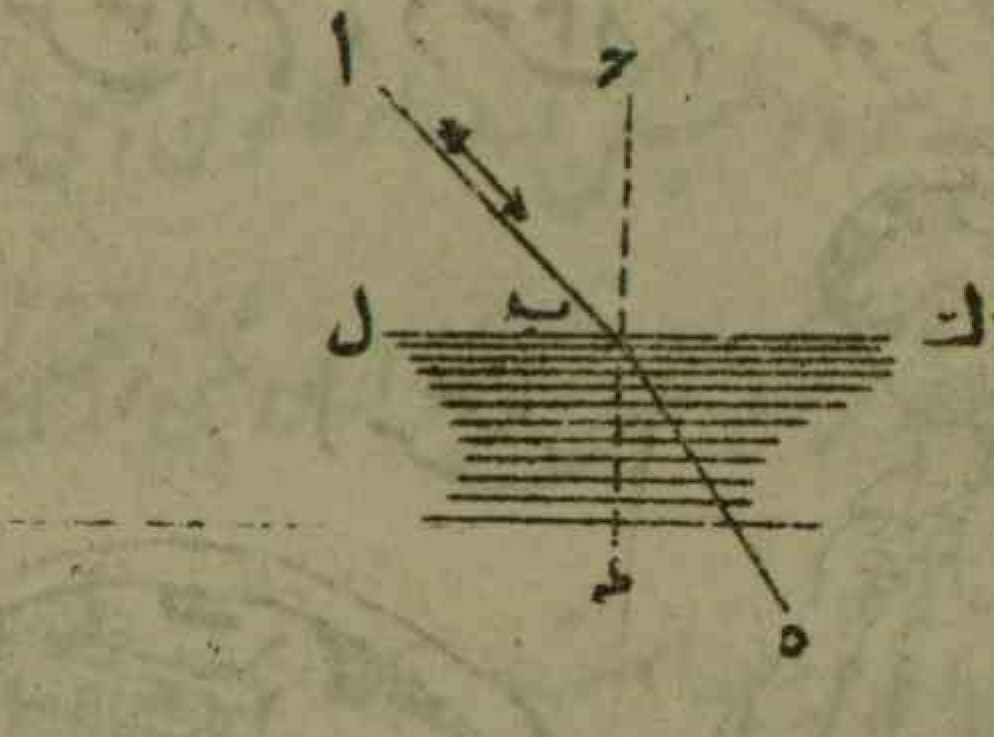
(س ۸۴)



فصل سوّم

انکسار نور

هرگاه اشعهٔ نور از جسمی داخل جسم دیگر مثلاً از آب داخل هوا شوند اگر بر سطح مشترک بین آن دو جسم عمودی نبوده مورب باشد از خط مستقیم خود منحرف گردیده و انکسار پیدا میکنند امّا اگر بر سطح مزبور عمود باشند انحراف انکساری پیدا نمیکنند مثلاً هرگاه شعاع اب در نقطه ب از سطح ک ل از هوا داخل آب شود (س ۸۵)



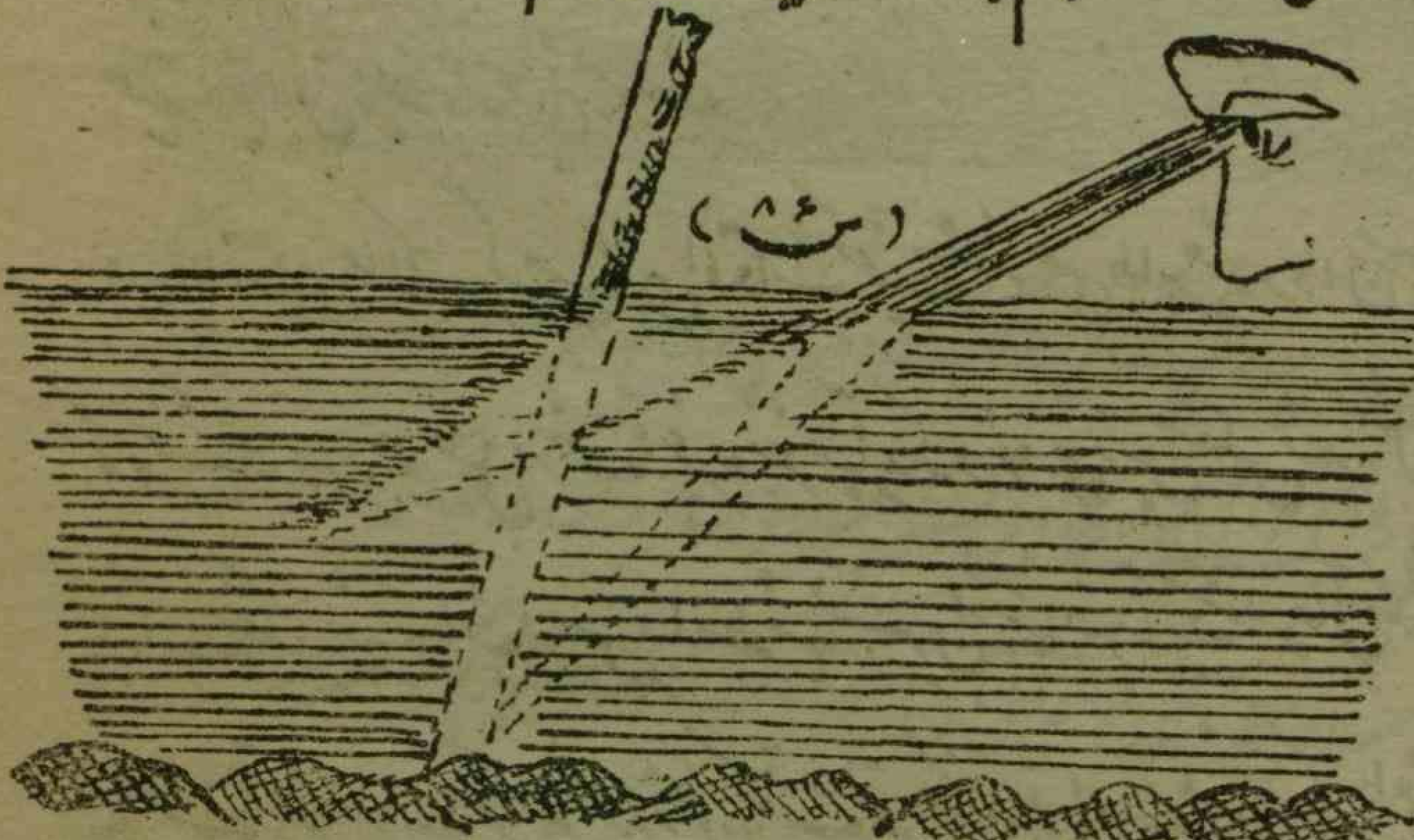
(س ٨٥)

فرض کنیم از نقطهٔ ب عمودی مثل ح ط بر سطح ك ل رسم شود شعاع تابش ا ب
از استقامت خود منحرف گردیده بجانب خط عمود ح ط متمایل میگردد و امتداد ب ه
اختیار میکند و شعاع ب ه شعاع منکسر نامیده میشود و زاویهٔ ا ب ح زاویهٔ تابش
و زاویهٔ ه ب ط زاویهٔ انکسار خوانده میشود و در این مورد دیده شد که زاویهٔ انکسار کوچکتر
از زاویهٔ تابش بود و بنابراین گویند قوهٔ انکسار آب بیش از هوا است

هرگاه برعکس شعاع تابش از آب داخل هوا شود شعاع منکسر از خط عمود دور شده
و زاویهٔ انکسار بزرگتر از زاویهٔ تابش میشود باین واسطه گویند قوهٔ انکسار هوا کمتر از آب است
هرگاه تجربهٔ انکسار نور را با قطعهٔ از بلور بکنیم نیز همین امر محسوس میگردد و دیده میشود که
قوهٔ انکسار بلور هم بیش از هوا است

بنابراینکه چشم انسان اشیاء را در امتداد اشعهٔ وارده بر آن می بیند انکسار نور نتایج خیلی

دارد و از آنجمله اینست که هر وقت چوبی را بطور موورب داخل آب کنند بنظر میاید شکسته
کج شده بواسطه اینکه اشعه آن قسمت از چوب که در آبست همینکه از آب خارج شده
و داخل هوا شود تا بچشم برسد منکسر میگردد و چشم آن را در جای خودش



(ش ۸۴)

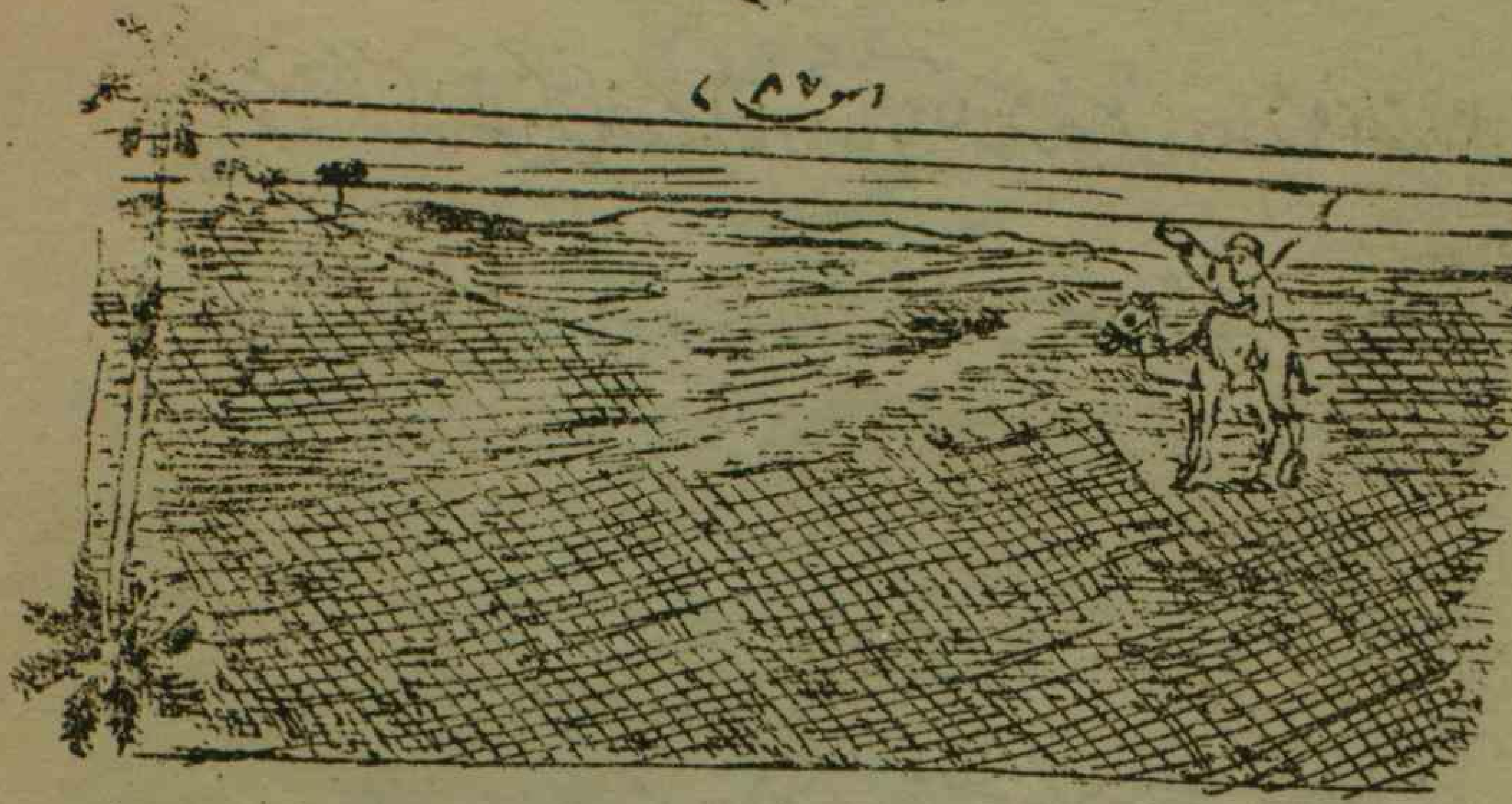
هرگاه قطعه پولی در قعر ظرفی قرار بدهیم بطوریکه جدار ظرف مانع دیدن پولی باشد
بعد از آن ظرف را پر از آب کنیم پول مرئی میشود و علت آن اینست که ابتدا اشعه که از پول
صادر میشد چون مستقیم بود بچشم نمیرسید بعد از آنکه ظرف پر از آب شد اشعه مذکوره پس از
خروج از آب و دخول در هوا منکسر شده و باین واسطه بچشم میرسد و لهذا پول مرئی میشود
بهمین دلیل قعر دریاچه ها بالاتر از آنکه هست بنظر میاید بعباره اخری کمتر از آنکه هست عمیق
بنظر میاید و ماهیهای درون آب در جای حقیقی خود دیده نمیشوند و بالاتر بنظر میایند

اشعه ماه و خورشید و ستارگان هم همینکه از فضای خالی داخل هوا میشوند منکسر میگردد و بانجهت بالاتر از آنکه هستند بنظر میرسند بنابواسطه ماه و خورشید و غیرها در وقت طلوع قبل از آنکه حقیقة طالع شده باشند دیده میشوند و هنگام غروب یکچند بعد از آنکه حقیقة زیر افق رفته باز مرئی هستند

در بیابانهای ممالک گرمسیر گاهی اوقات کیفیت مخصوصی ظاهر میشود و آن اینست که اشیاء دور از قبیل درخت و غیره بنظر میآید که در روی زمین منعکس شده مثل آنکه در آب منعکس شده باشد و بهمین واسطه مسافرین در آنجا تصور آب میکنند و حال آنکه تصوری باطلست و آنرا سراب میگویند و بروز این کیفیت نتیجه انکسار نور است باین معنی که هوای مجاور زمین بواسطه حرارت خاک گرم میشود ولی هرچه از خاک بالا میرود حرارت کمتر است بعبارة اخری طبقات مختلف الحراره در هوا تشکیل میباید و این طبقات مختلف الحراره هوا قوه انکسارشان مختلف است و اشعه صادره از اشیاء چون از آن طبقات عبور میکنند مثل اینست که از جسمی داخل جسم دیگر میشوند و انکسارات متوالیه آن اشعه طوری میشود که حالت انعکاس پیدا میکند و چون عکس اشیاء از دور دیده شده ذهن چنین تصور میکند که آبست (س ۸۷)

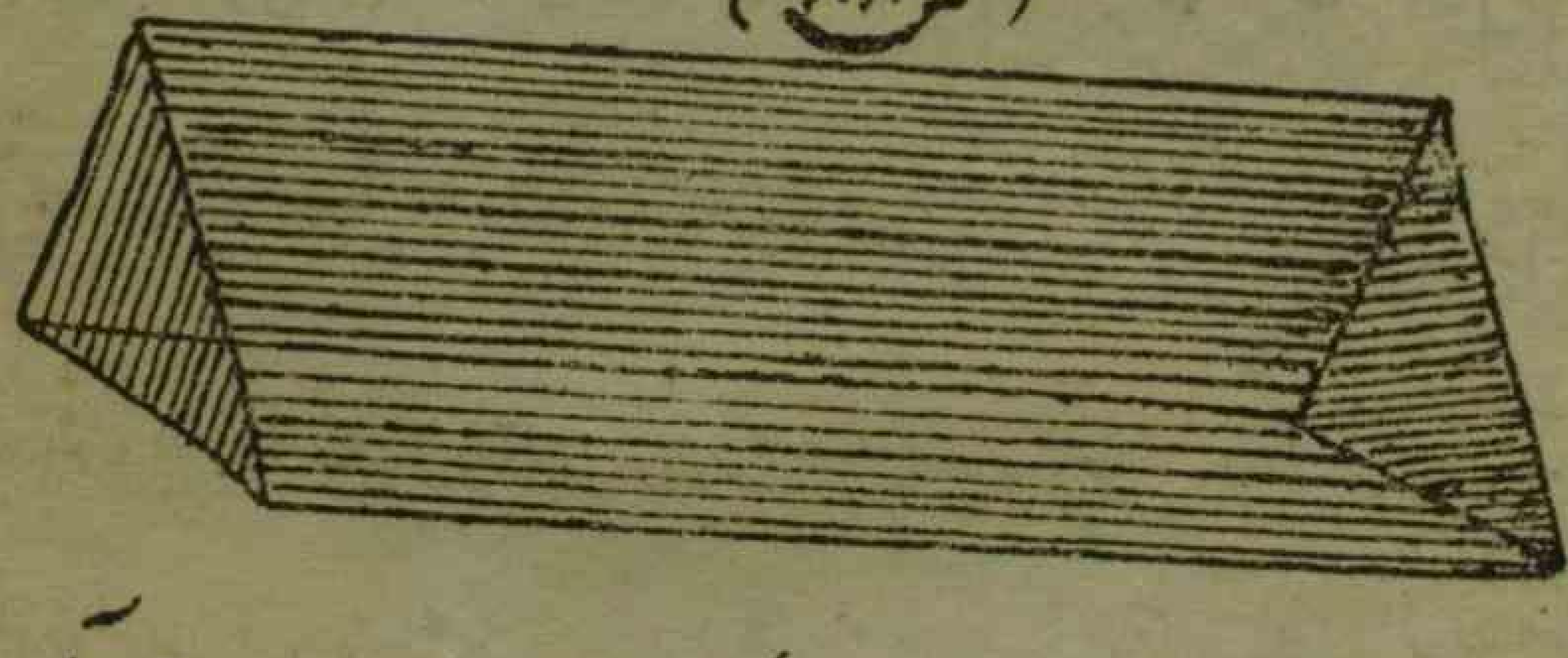
انتقال نور در منشورهای بلور

(س ۸۷)



در علم فیزیک منشور جسم شفافی را گویند که دارای دو سطح غیر متوازی باشد و محل تقاطع
یعنی فصل مشترک آنها را خط الراس منشور خوانند و زاویه که از آنها حادث میشود زاویه
منکسره نامند و سطح ثالثی که مقابل آن زاویه باشد قاعده منشور گویند (س ۸۸)

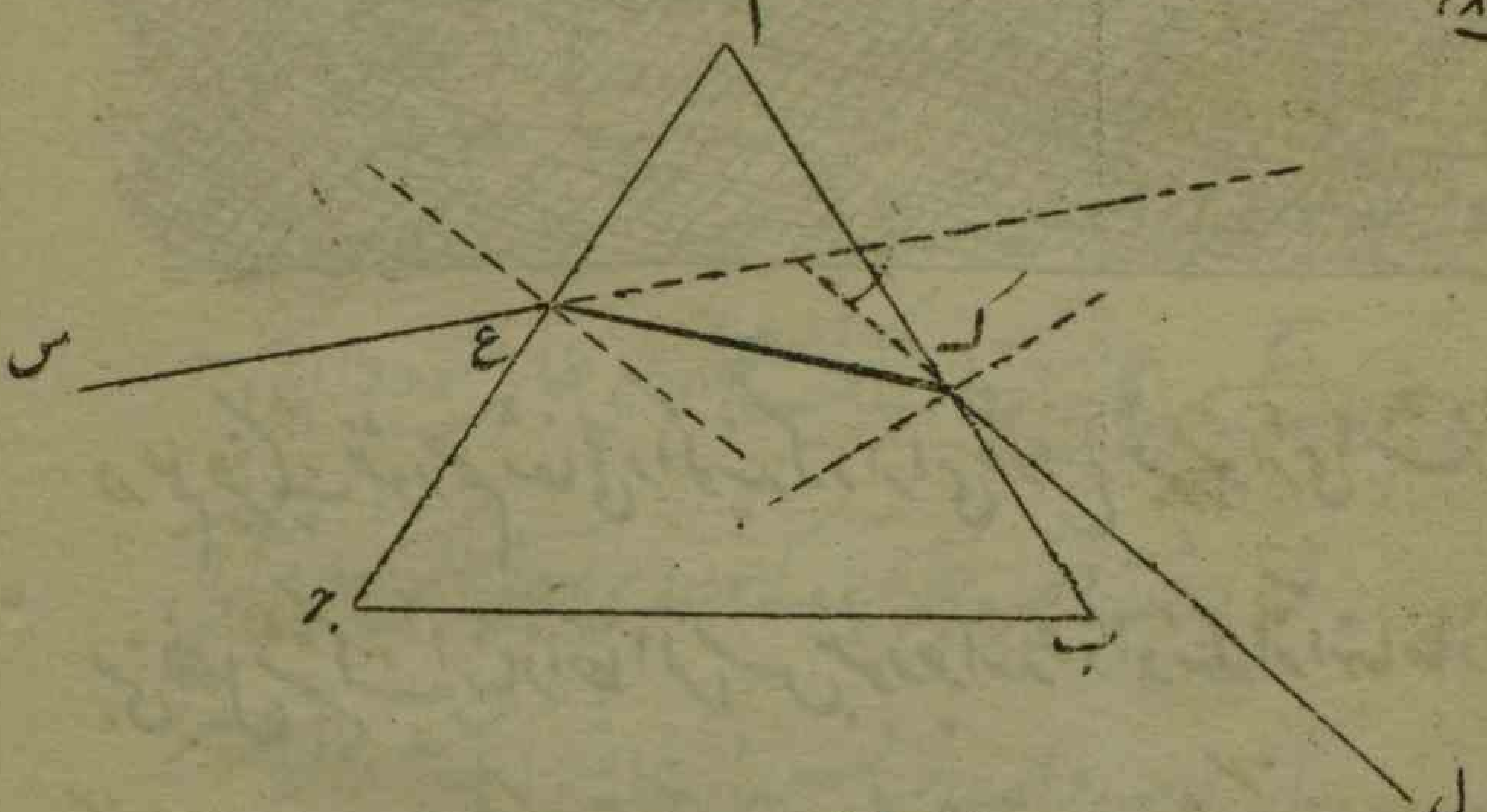
(س ۸۸)



خط سیر نور در این قسم منشور از روی قواعد انکسار نور بسهولت بدست میآید مثلاً هرگاه
شعاعی مثل س ع واقع شود بر سطح منشوری مثل ا ب ج چون از هوا داخل بلور یعنی داخل جسمیکه
قوه انکسارش بیشتر است میشود شعاع منکسر در درون بلور بجانب خط عمود نزدیک شده
امتداد ع ک پیدا میکند د از آنجا چون داخل هوا یعنی داخل

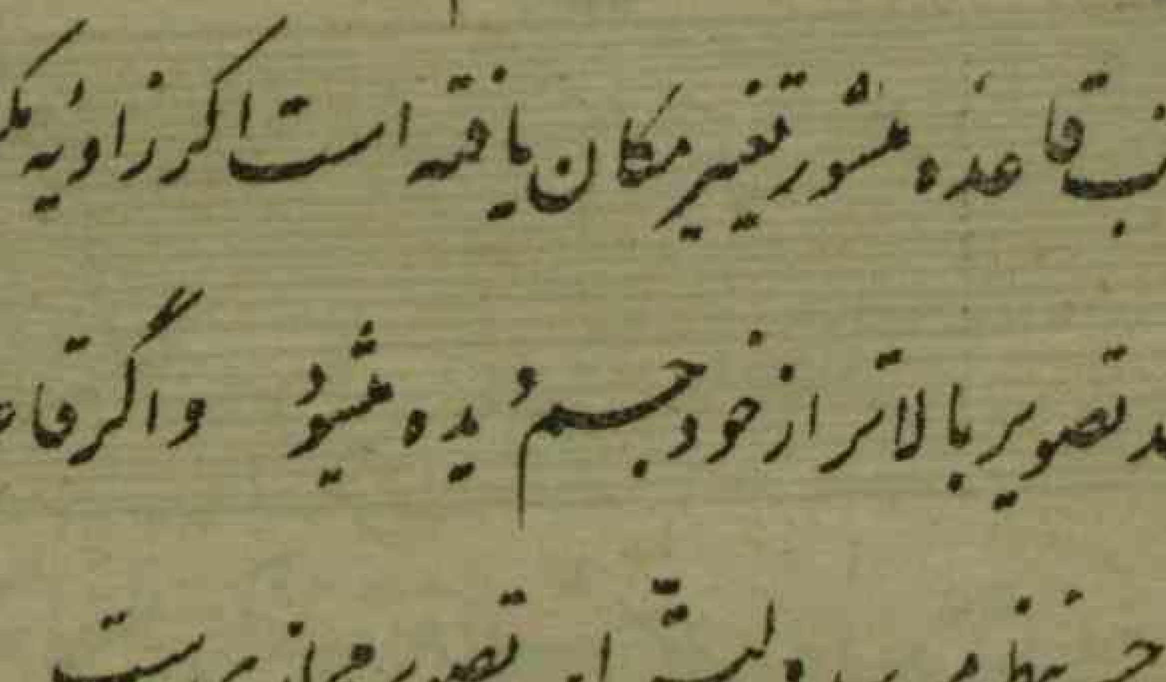
جسمی که قوهٔ انکسارش کمتر است میشود شعاع منکسر از خط عمود دور شده امتداد ل ل را اختیار مینماید حاصل اینکه شعاع نور دو نوبت در یکجهت منکسر میشود و بسمت قاعده منشور تمایل میکند

(س ۸۹)



(س ۸۹)

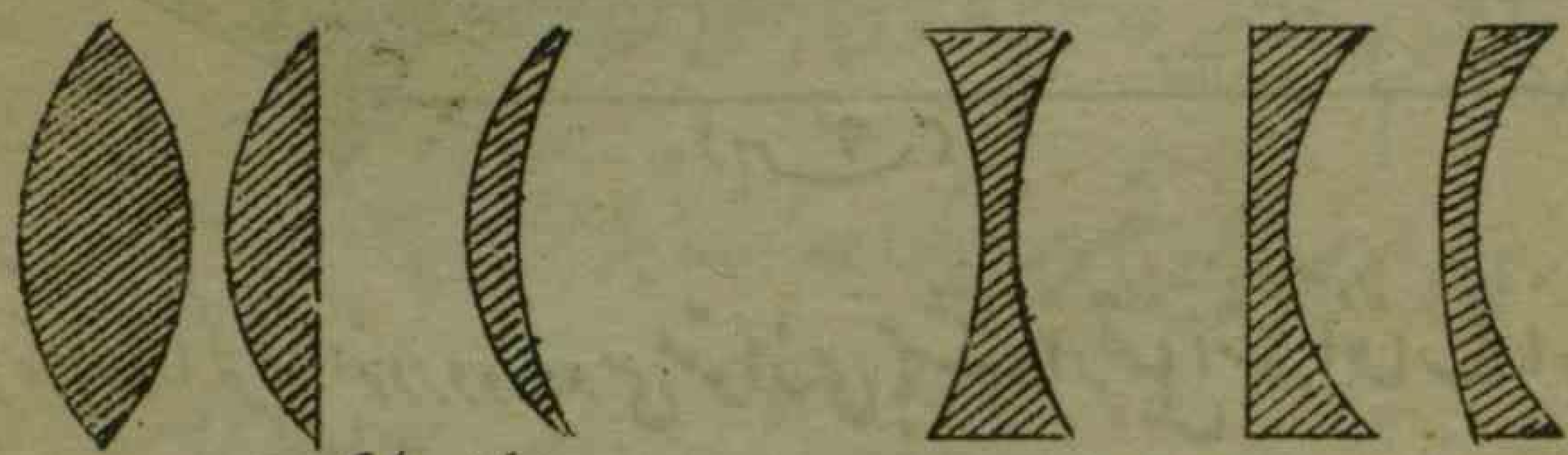
و بنا براین اگر جسمی را از ورای منشوری نگاه کنیم تصویری از آن خواهیم دید که در مکان خود جسم واقع نیست و بجانب قاعده منشور تغییر مکان یافته است اگر زاویهٔ منکسره و خط الراس منشور بجانب فوق باشد تصویر بالاتر از خود جسم دیده میشود و اگر قاعده منشور در فوق باشد تصویر پائین تر از جسم بنظر میرسد و البته این تصویر مجازی است (س ۹۰)



(س ۹۰)

عدسیها

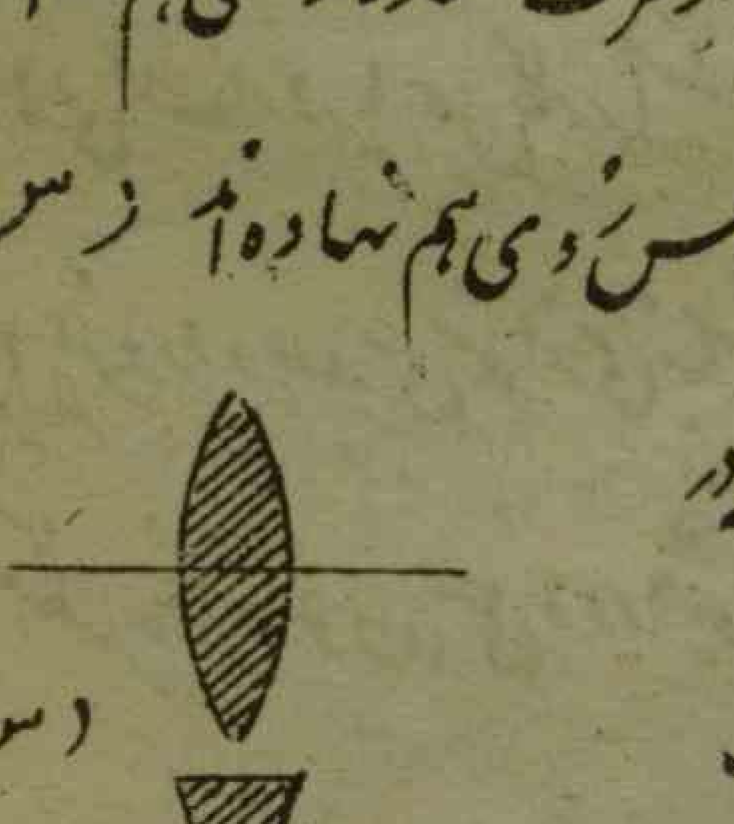
عدسی قطعه بلوری را گویند که محدود بسطوح کروی باشد اگر سطوح مزبوره محدب باشد بعبارة اخری میان عدسی ضخیم تر از کنار آن باشد عدسی را محدب و مقرب گویند (س ۹۱)



(س ۹۱) (س ۹۲)

هرگاه سطوح عدسی مقعر یعنی میان آن نازک تر از کنار باشد عدسی را مقعر و مبعد خوانند (س ۹۲)

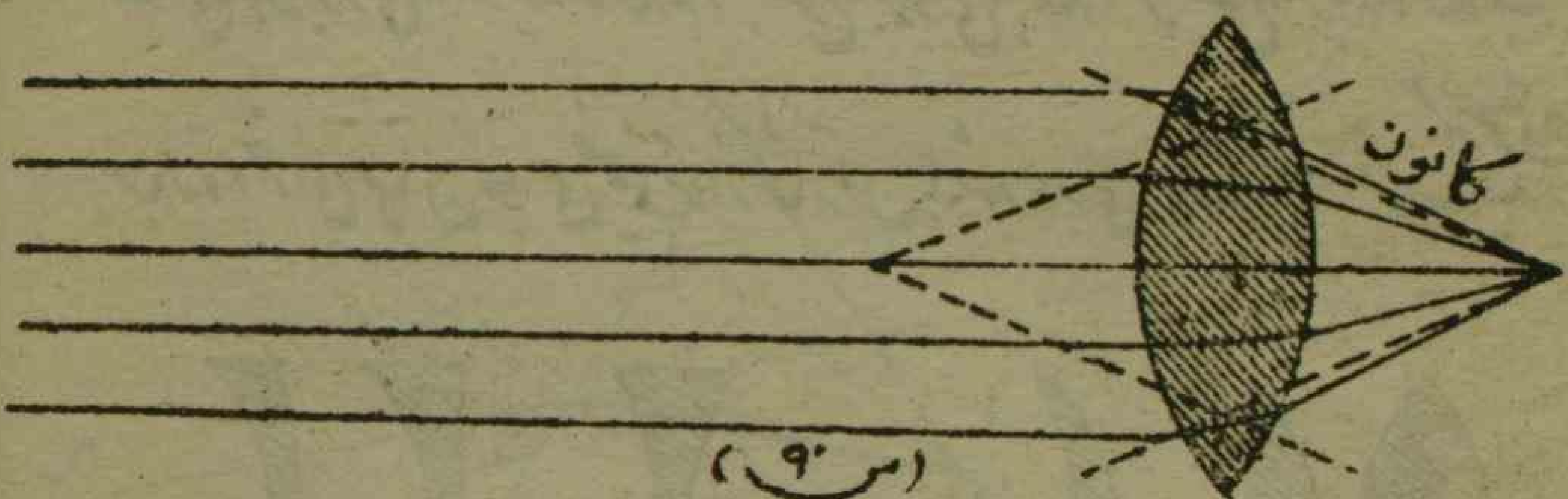
هر عدسی را میتوان تشبیه کرد بدو منشور که روی هم قرار داده باشند و میتوان گفت که عدسی محدب بمنزله دو منشوریست که آنها را از طرف قاعده روی هم گذاشته اند و عدسی مقعر بمنزله دو منشوریست که از طرف اس روی هم نهاده اند (س ۹۳)



(س ۹۳)

از روی همین تشبیه میتوان قیاس کرد که در عدسی محدب هرگاه اشعه نور از یکطرف داخل عدسی شوند بعد از آنکه در ورود بعدسی و در خروج از آن دو نوبت منکسر گردیدند بیکدیگر نزدیک شده تقریباً در یکنقطه که

آنرا کانون گوئیم مجتمع میگردند (س ۹۴) و بهمین جهت این قسم عدسی را مقرب گویند



(س ۹۵)

اشعهٔ مذکوره اگر قبل از ورود بعدسی متوازی باشند از قبیل اشعهٔ آفتاب و ماه کانون عدسی را کانون اصلی میخوانند و در یک عدسی کانون اصلی تغییر ناپذیر است و این خاصیت را دارد که هرگاه جسم نورانی در آن محل قرار دهند اشعهٔ آن جسم پس از آنکه از عدسی عبور کردند متوازی میشوند و این خاصیت را برای تابانیدن اشعهٔ چراغ باماکن دور بکار میبرند چنانکه در منارهای کنار دریا همین کار را میکنند

اگر اشعهٔ نور قبل از ورود بعدسی متوازی نباشند یعنی سرچشمهٔ نور چندان دور نباشد کانون اشعهٔ منکسره از کانون اصلی دور میشود و هرچه سرچشمهٔ نور بعدسی نزدیکتر شود کانون آن دورتر میرود و این کانونها را کانون مرتبط خوانند و همان خاصیت کانونهای مرتبط آئینهٔ مقعر را دارد

کانونهای مذکوره و تصاویری که در آنجا احداث میشود همه حقیقی است و معکوس و کوچکتر از

شیء چنانکه حقیقةً اشعه در آنجا مجتمع شده‌اند و بهمین جهت اگر اشعه مذکوره مانند اشعه آفتاب

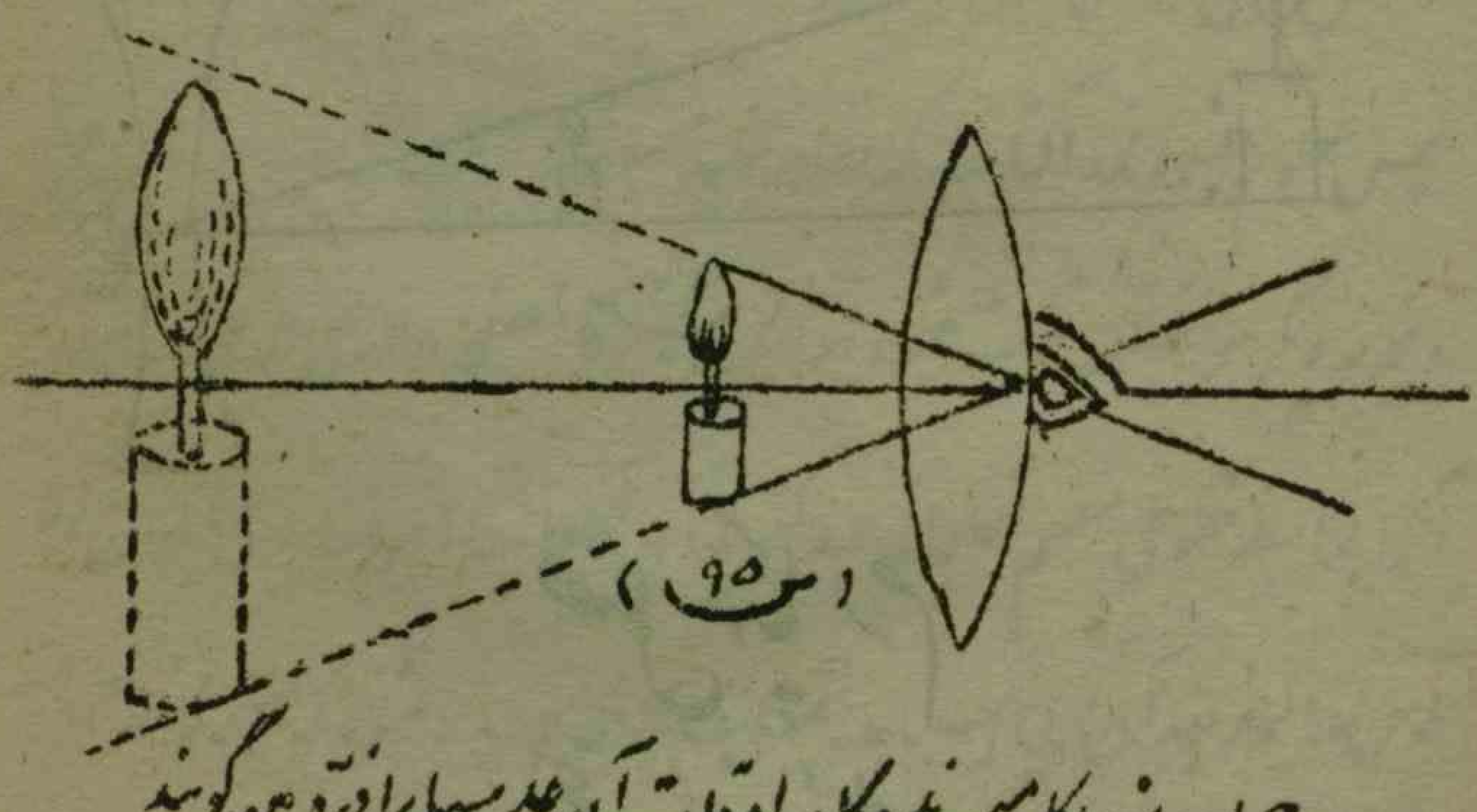
دارای حرارت باشند آن کانونها دارای حرارت زیاد خواهد بود چنانکه با عدسیهای

محدب بتوسّط حرارت آفتاب میتوان اجسام را آتش زد و سوزانید

لیکن اگر جسم نورانی بین عدسی و کانون اصلی آن قرار گیرد کانون آن اشعه حقیقی نبوده

و مجازی خواهد بود و همچنین تصویری که احداث میشود بر عکس تصاویر سابقه مجازی و مستقیم

و بزرگتر از خود شیء خواهد بود (ش ۹۵) چنانکه این خاصیّت عدسیهای محدب را برای درشت



(ش ۹۵)

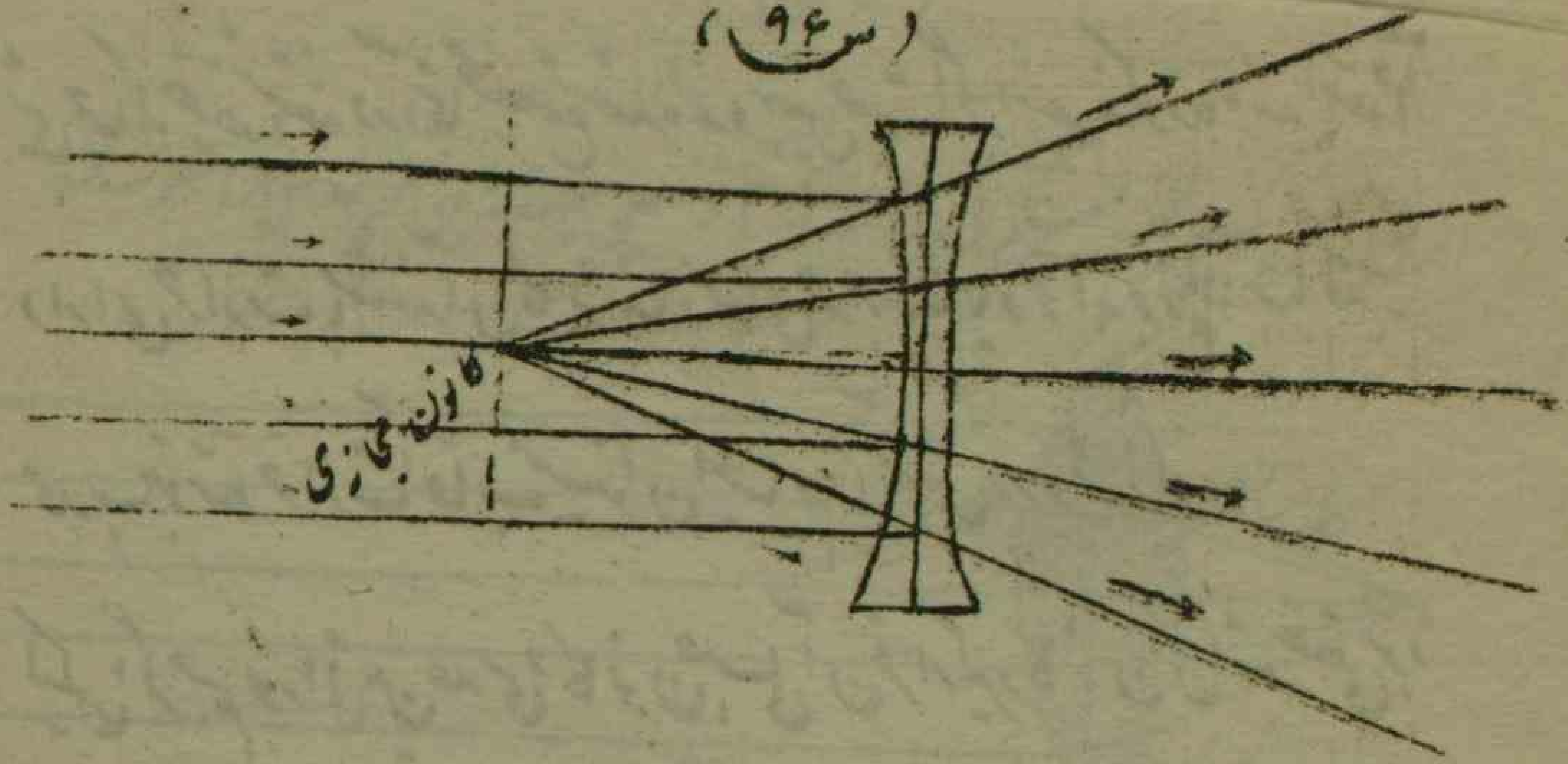
دیدن اجسام ریزه بکار میبرند و گاهی اوقات آن عدسیها را ذره‌بین گویند

امّا عدسیهای مقعر بنا بر همان تشبیهی که سابقاً کردیم معلوم میشود که اشعه نور بعد از دو نوبت انکسار

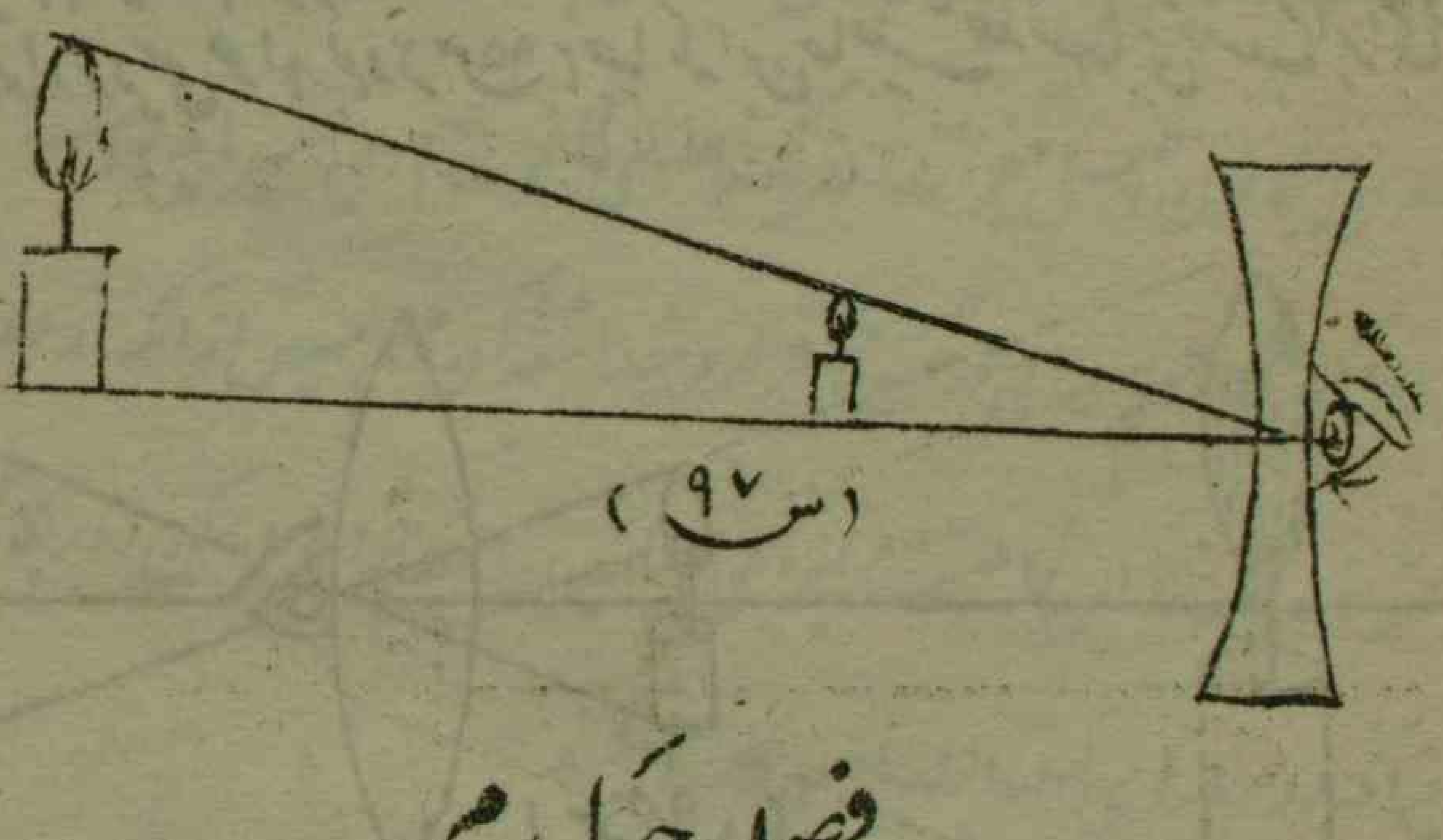
در آنها از یکدیگر متباعد میشوند و در حقیقت کانون پیدا نمیکند ولی ذهن انسان برای آنها کانونی

فرض (ش ۹۶) میکند و آن کانون البته مجازی و تصویری هم که از آن احداث

(س ۹۶)



میشود مجازی و مستقیم و کوچکتر از خود شیئی میباشد (س ۹۷)

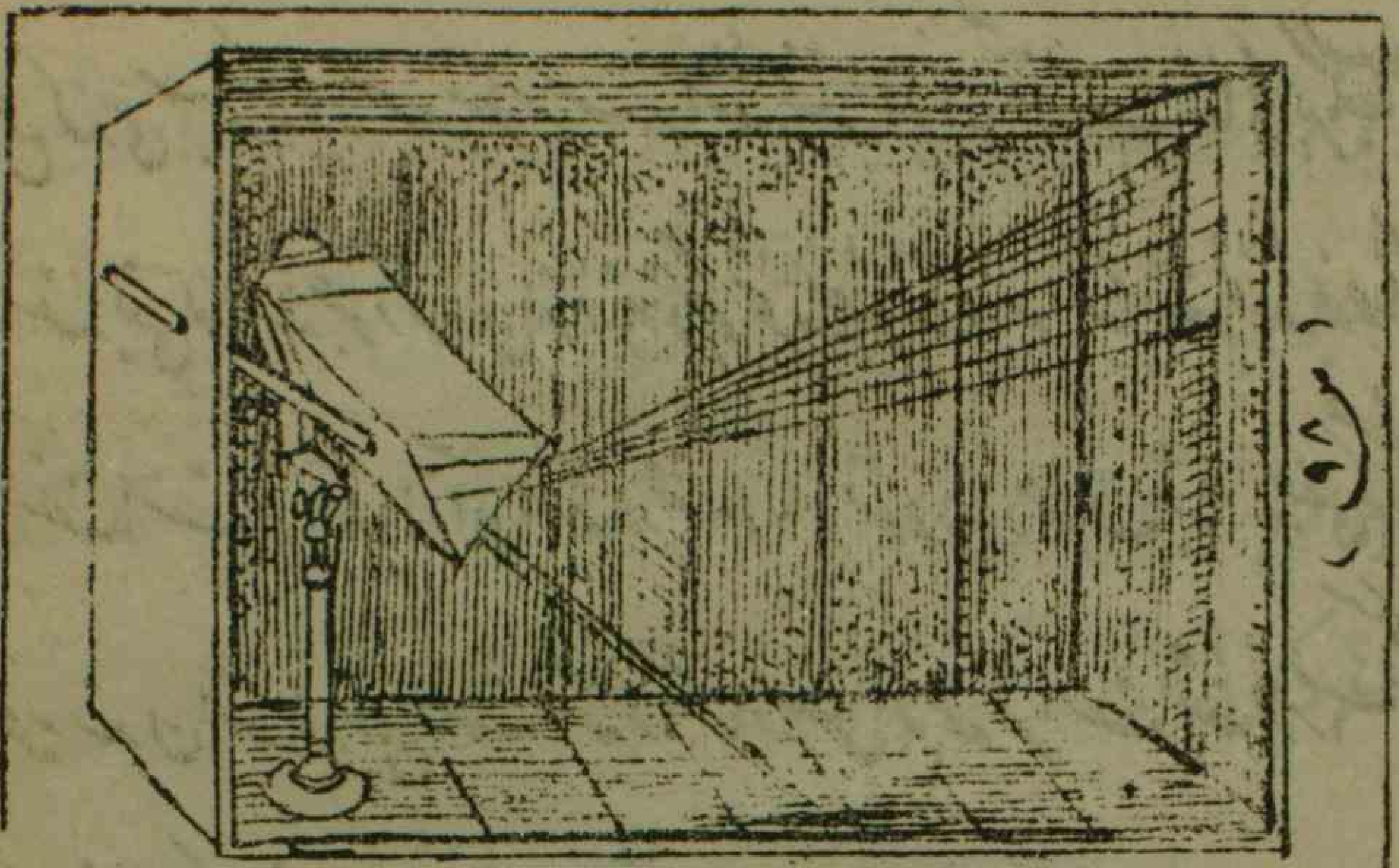


(س ۹۷)

فصل چهارم

تجزیهٔ نور

وقتیکه نور آفتاب را از میان منشوری از بلور عبور دهند علاوه بر اینکه انکسار و انحراف
پیدا میکند تجزیه نیز میشود (س ۹۸) یعنی چون بر صفحه در طرف مقابل تابد شکل مستطیلی پیدا میکند
که ملون بالوان مختلفه است و آن الوان همانست که در قوس قزح دیده میشود و بجهت تغییر



نمیکند و ترتیب آنهم ثابت است و اگر از جانب قاعدهٔ منشور شماره کنیم از اینقرار است

بنفش نیلی آبی سبز زرد نارنجی قرمز

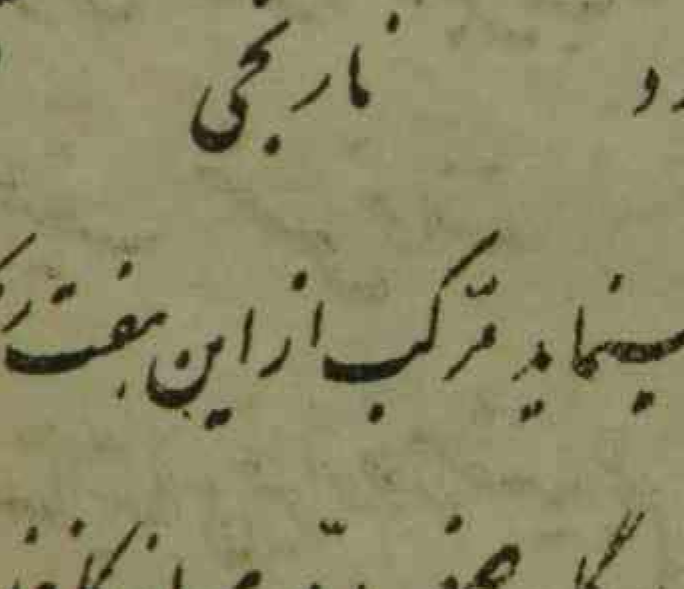
پس معلوم میشود نور آفتاب که بظاهر سفید مینماید مرکب از این هفت رنگ میباشد.

و تجربهٔ دیگر هم این مطلب ثابت میشود از اینقرار که هرگاه صفحه مدوری از کاغذ برداشته

آنرا بواسطهٔ خطوطی منقسم بقطعاتی چند بکنیم و آن قطعات را بترتیب فوق بالوان مذکوره

ملون نمائیم و بعد آنرا با اسباب بسرعت بچرخانیم دیده میشود که صفحه کاغذ بنظر سفید

میآید (س ۹۹) علاوه براین همان اشعهٔ


س ۹۹

تجزیه شدهٔ آفتاب اگر ثانیاً از یک عدسی

محدب عبور دهیم که آنها را در یک محل

جمع کند می‌بینیم که باز سفید بنظر میرسد اشعهٔ مختلفهٔ الوان آفتاب تنهائی هر یک بسیط
هستند یعنی بواسطه عبور کردن از منشور دیگر تجزیه نمیشوند درجهٔ انکسار اشعهٔ مختلفهٔ مزبوره هم
مختلف است یعنی بعضی از آن اشعه در عبور از منشور زیاد منحرف میشوند و بعضی کم و علت
تجزیه شدن اشعه هم همین است اشعه که انکسارش از همه کمتر است اشعهٔ قرمز است و آنکه
بیش از همه منکسر میشود اشعهٔ بنفش میباشد

مجموع الوان مختلفه را که بترتیب سابق الذکر بواسطه عبور اشعهٔ خورشید از منشور حاصل
میشود طیف شمس خوانند

روشنائیهای غیر از خورشید هم هر یک طیفی دارند و الوان طیف آنها خارج از
الوان طیف شمس نیست لکن بعضی جامع تمام الوان مزبوره نیستند بعضی برخی را فاقدند
طیف شمس و طیفهای سایر اجسام علاوه بر الوان مختلفه هر یک خطوطی چند بنظر میرسانند
که در جسمی عده و مکان و ترتیب خاص دارد و بواسطه این اختلاف الوان و خطوط طیف هر
جسمی شناخته میشود چنانکه اگر جسمی داشته باشیم و ندانیم که چیست هر گاه بواسطه عبور دادن
اشعهٔ آن از منشور طیف آنرا احداث کنیم شناخته میشود و بتجربه رسیده که مقدار خیلی قلیل
از جسم که بچشم و سایر حواس در نمیاید و بهیچ وسیله وجود آن را نمیتوان تحقیق کرد احداث طیف میکند

و بواسطه رویت طیف آن میتوان پی بوجود آن برد و باین جهت مشاهده طیف اجسام
وسیله بسیار خوبی برای کشف آنها شده و اینعمل را تجزیه طیفی گویند و در این سنوات اخیره
اجسام چندی که بکلی مجهول بوده بواسطه تجزیه طیفی کشف شده و حتی بواسطه تجزیه طیفی نور ستارها
معلوم کرده اند که در آنها چه موادی موجود است

(لون اجسام)

چون معلوم شد نور خورشید مرکب از هفت رنگ میباشد و ترکیب بعضی از آن
الوان باهم تولید الوان دیگر میکند و هرگاه جمیع آن الوان باهم مرکب شوند تولید رنگ
سفید مینمایند پس چنین بنظر میرسد که ملون بودن اجسام نتیجه اینست که اشعه آفتاب را
بطور مختلف منعکس میکنند باین معنی که اجسام بخودی خود رنگ ندارند چون نور آفتاب
بر آنها میتابد بعضی از آنها اشعه خورشید را تماماً منعکس میکنند و بچشم میرسانند و آنها سفید دیده
میشوند بعضی از اجسام هم از اشعه خورشید بعضی را جذب میکنند و برخی را منعکس مینمایند مثلاً فلان
جسم تمام اشعه خورشید را جذب میکند مگر شعاع قرمز را که منعکس میکند پس قرمز دیده میشود
جسم دیگر تمام اشعه را جذب میکند مگر شعاع سبز را پس سبز دیده میشود و قس علیهذا

(قوس قزح)

قوس قزح که در ایام بارانی وقت صبح یا عصر بشکل کمانی بهفت رنگ در آسمان دیده میشود
نتیجهٔ انکسار اشعهٔ خورشید است بواسطهٔ قطرات باران که حالت منشور پیدا کرده نور
آفتاب را تجزیه میکند و بواسطهٔ انعکاس بچشم بیننده میرساند و اگر درست دقت شود
دیده میشود که ترتیب الوان قوس قزح بمانست که در ترتیب الوان طیف شمسی ذکر
شد و همیشه رنگ قرمز در بالا و رنگ بنفش در پائین دیده میشود

بعضی اوقات قزح مضاعف است یعنی دو کمان دیده میشود یکی بیرونی و دیگری
درونی بیرونی کم رنگ تر و ترتیب الوان آن بعکس ترتیب کمان درونی است یعنی
رنگ بنفش آن بالا و رنگ قرمز پائین است ؛

(فصل پنجم)

(آلات مبنی بر خواص نور)

بنابر آنچه از خواص اشعهٔ نور و کیفیت انعکاس و انکسار آنها بتوسط آئینه‌ها و عدسیها ذکر
داشتیم آلاتی میتوان ساخت که بقوهٔ باصرهٔ انسان کمک کرده رفع نواقص آنرا بنماید و آن بر چند قسمت

(عینک)

بسیاری اشخاص هستند که نسبت بدیگران ضعف چشم دارند ضعف چشم غالباً یکی از دو قسمت

یا اینکه نزدیک را خوب می بینند امّا اشیاء دور را تمیز میدهند یا برعکس یعنی دور را خوب می بینند ولی اشیاء نزدیک را نمیتوانند تمیز بدهند و این هر دو عیب را بواسطهٔ عینک میتوان رفع کرد ضعف چشم اشخاص نزدیک بین را بواسطه عدسیهای مبعّد یا مقعّر میتوان اصلاح کرد بجهت اینکه عدسیهای مبعّد تصاویری از اشیا بنظر میرسانند که هر چند کوچکتر از خود اشیاء میباشند لکن نزدیکتر از آنها هستند و باین سبب چشم بهتر آنها را تمیز میدهد

ضعف چشم اشخاص دوربین بواسطهٔ عدسیهای مقرّب یعنی محدّب اصلاح میشود چراکه این عدسیها تصاویری از اشیاء احداث میکنند که از خود شئ دورتر است و باین جهت چشم دوربین آنها را بهتر تمیز میدهد

(ذرّه بین)

ذرّه بین دو قسم است ساده و مرکّب

ذرّه بین ساده فقط عبارت است از یک عدسی محدّب و هر گاه شئی کوچکی را باین عدسی نزدیک کانون آن قرار دهند تصویری از آن شئ احداث میشود که بزرگتر از خود شئ است و باین واسطه عدسیهای محدّب اشیاء کوچک را بزرگ بنظر میرسانند و ذرّه بین خوانده میشود

ذره‌بین ساده اشیاء را زیاد بزرگ نمیتواند کرد و هرگاه بخواهند اشیاء بسیار کوچک را

که هیچ چه دیده نمیشود محسوس کنند و جزئیات آن را ببینند ذره‌بین مرکب بکار میبرند

این قسم ذره‌بین مرکب است از دو عدسی محدب که طوری در طرفین یک لوله قرار

داده میشوند که محور اصلی آنها بر یکدیگر منطبق باشد یکی از این دو عدسی بجانب شیئی است

که میخواهند ملاحظه کنند و بواسطهٔ این عدسی در درون لوله تصویری از آن شیئی احداث

میشود که حقیقی و معکوس و بزرگتر از خود آن شیئی است عدسی مزبور را باین جهت شیئیه

تصویر خوانیم

عدسی دیگر بجانب چشم انسان است و بمنزلهٔ یک ذره‌بین ساده میباشد یعنی تصویری را

که در درون لوله از عدسی اولی ساخته شده بزرگ کرده بنظر میرساند و شخص آنرا رؤیت

میکند و باین جهت این عدسی را شیئیهٔ رؤیت گوئیم

ترکیب این دو عدسی سبب میشود که شیئی دو نوبت بزرگ میشود یکمرتبه در وقتیکه تصویر

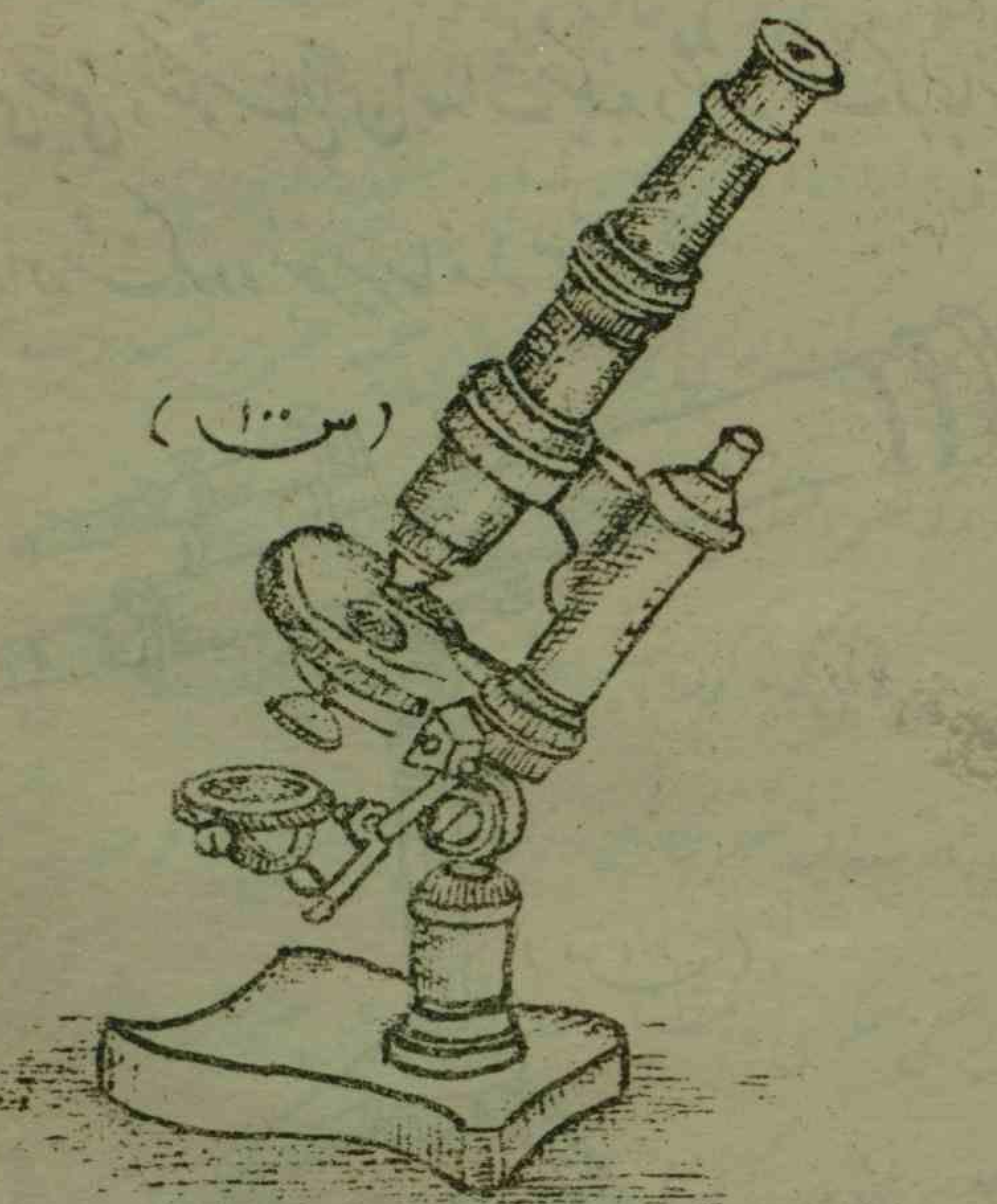
حقیقی معکوس آن در عدسی اوّل احداث میگردد یکمرتبه هنگامیکه عدسی دویم تصویر

مجازی مستقیمی از آن تصویر حقیقی بنظر میرساند مثلاً فرض کنیم عدسی اوّل تصویری از

شیئی بسازد که پنج برابر شیئی باشد و عدسی دویم قوه ده برابر درشت کردن داشته باشد

پس آن شیئی در نظر انسان پنجاه برابر درشت میشود ضمناً معلوم شد که چون عدسی
تصویر اشیاء را معکوس میکند در ذره بین مرکب اشیاء معکوس دیده میشوند و
ذره بین را بفرانسه میکرسکپ گویند (س ۱۰۰)

(س ۱۰۰)

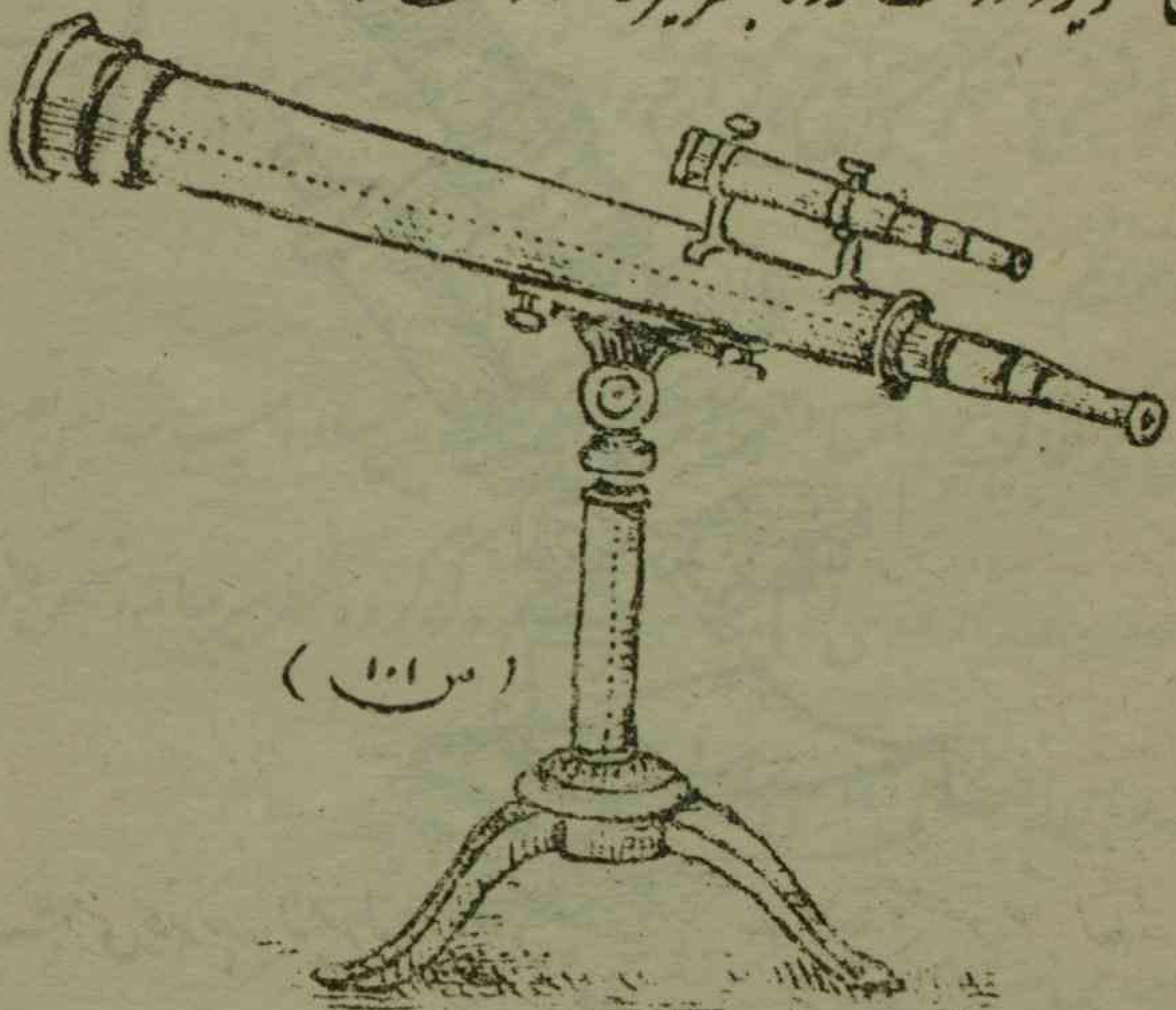


(دوربین)

دوربین آلتی است برای دیدن اشیائی که بمسافتهای بعیده واقعشده اند پس اگر
آن اشیاء ماه و خورشید و ستاره ها باشند دوربین نجومی است و اگر بروی زمین باشند دوربین

زمینی میباشد

دوربین نجومی مرکب است از دو عدسی محدّب که در طرفین یک لوله قرار داده اند و کیفیت آن عیناً مثل ذرّه بین است یعنی شیشهٔ تصویر بجانب ستاره است و در درون لوله تصویری حقیقی و معکوس از آن احداث میکند و شیشه رؤیت که بجانب چشم انسانست آن تصویر را درشت کرده بنظر میرساند (س ۱۰۱)



(س ۱۰۱)

تفاوت عمده که دوربین با ذرّه بین دارد اینست که در ذرّه بین شیشهٔ تصویر کوچکتر از شیشه رؤیت است و در دوربین شیشه تصویر بزرگتر از شیشه رؤیت میباشد و سبب آن اینستکه چون اشیائیکه با دوربین دیده میشوند بسیار دور ند لازم است که مقدار زیادی

از روشنائی آنها بر شیشه تصویر تابد تا تصویر روشن خوبی از آن احداث گردد

و بنا براین دوربین هرچه شیشه تصویرش بزرگتر باشد بهتر است

دوربین زمینی هم مانند دوربین نجومی است الّا اینکه در دوربین نجومی اشیاء معکوس

دیده میشود زیرا که برای تماشای ماه و خورشید و ستاره ها معکوس بودن آنها

ضرری ندارد اما دوربین زمینی که باید اشیاء روی زمین را نشان بدهد البته باید

آنرا معکوس کند و برای این مقصود مابین شیشه تصویر و شیشه رؤیت چند عدسی دیگر

میگذارند که تصویر معکوسی که بواسطه شیشه تصویر احداث شده تا یاء برگرداند و مستقیم نماید

در دوربین هائی که مذکور داشتیم شیشه تصویر عدسی محدّب بود لکن ممکن است بجای

عدسی محدّب آئینه مقعر بکار برند زیرا که آئینه مقعر هم چنانکه سابقاً گفته ایم میتواند

تصویر حقیقی معکوسی از اشیاء احداث کند پس تصویر را بهمانطور که ذکر شد بواسطه

یک عدسی محدّب که بمنزله ذره بین است درشت میکند و مقصود حاصل میشود

دوربین هائیکه شیشه تصویر آنها آئینه مقعر باشد بنجوم اختصاص دارد و آنها را انگلیسی

فرانسه تلسکپ گویند

(فانوس سحری)

فانوس سحری عبارتست از جعبه که در آن یک آینهٔ مقعر نصب شده و در کانون

آینه چراغی گذاشته و در مقابل چراغ عدسی محدبی قرار داده اند و جلو آن

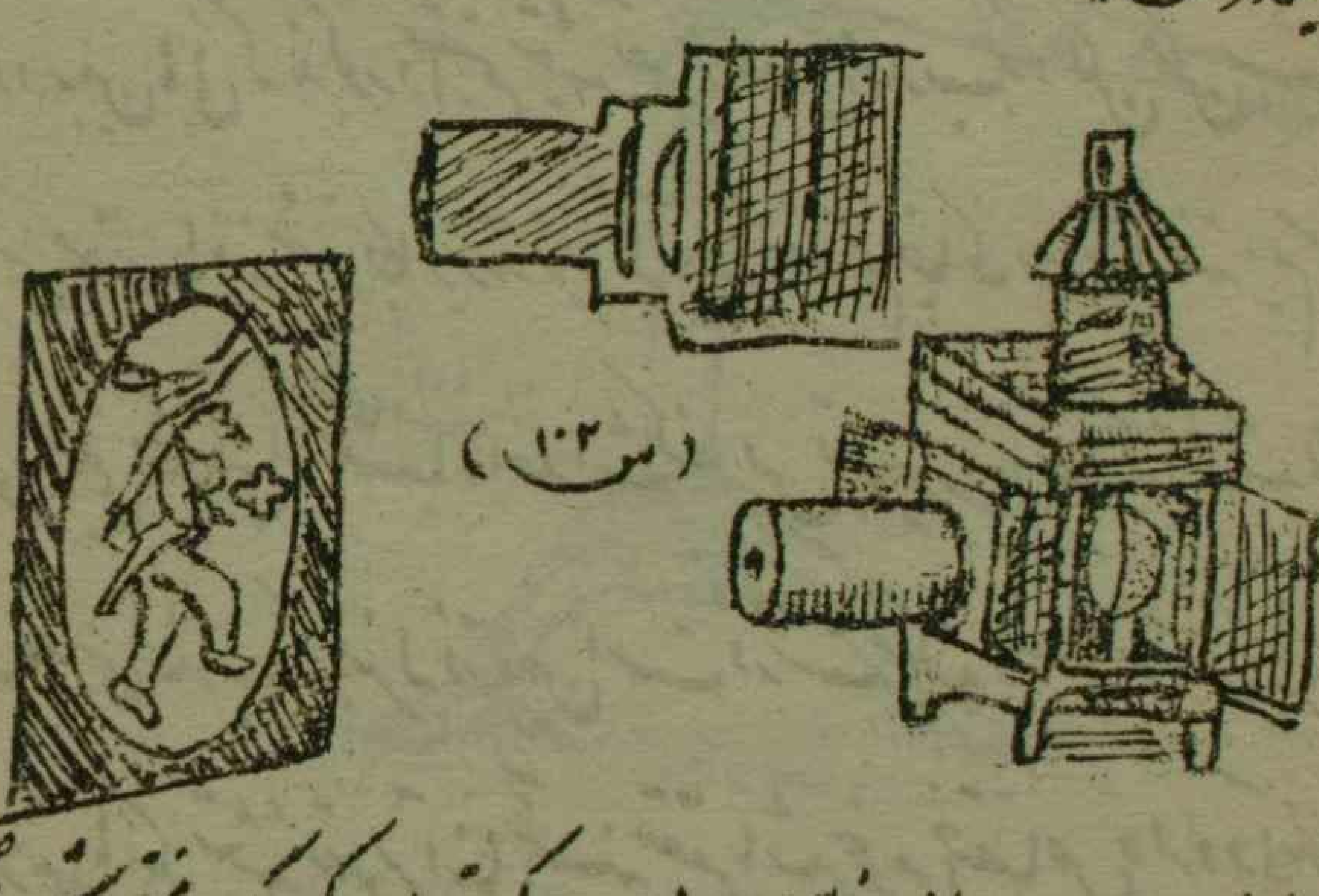
عدسی یک صفحه شیشه که بر آن تصاویر چند نقش شده و پس از آن در انتهای لوله

عدسی محدب دیگری جا داده شده است اشعهٔ چراغ بر سطح آینه تابیده از آنجا منعکس

شده از عدسی اول عبور میکند بر شیشه منقش میتابد و از جانب دیگر شیشه بیرون آمده

بر عدسی دوم میتابد و این عدسی آن تصاویر را درشت کرده در خارج جعبه بر صفحهٔ سفیدی

نقش میکند (س ۱۰۳)



(س ۱۰۳)

در واقع فانوس سحری بمنزلهٔ ذره بینی است که تصاویر کوچک منقوش بر صفحه

شیشه را درشت کرده در خارج جعبه بنظر بینندگان میرساند و چون غالباً آن تصاویر نقوش

غریب و عجیب است که محض تماشا و تفریح ساخته اند این آلت را فانوس سحری گفته اند

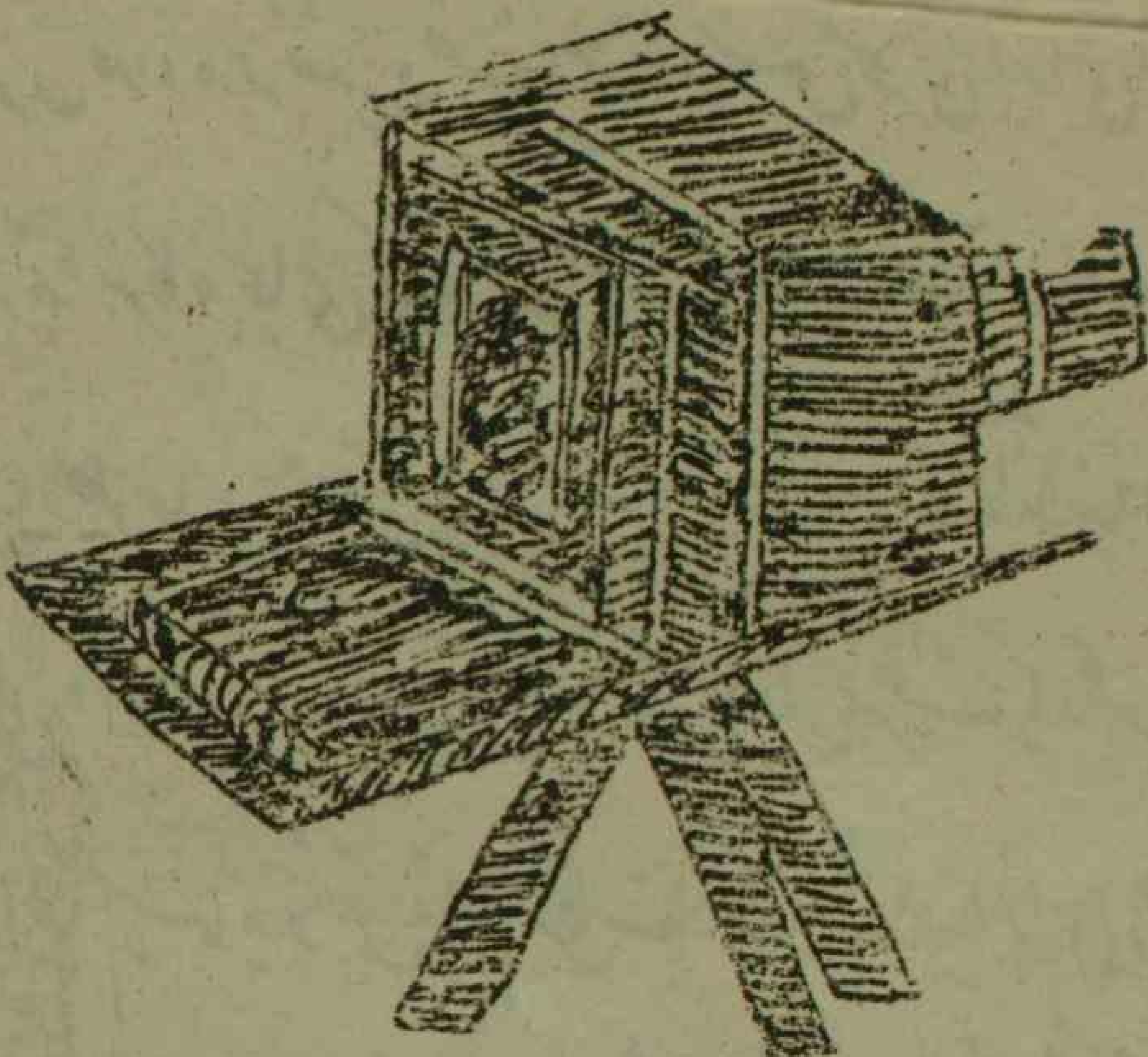
ولی اکنون علاوه بر تفنن و تفریح فانوس سحری را برای نمودن مطالب علمی هم
بکار میبرند هرگاه بجای یک صفحه منقش صفحات متعدده بسیار متوالیا با سرعت
زیادی از جلو عدسی سابق الذکر عبور دهند که هریک از آنها درجات مختلفه یک حرکت
و یک عملی را از کسی بنماید توالی آن نقوش با آن سرعت زیاد مجموع حرکات و عمل آن
کس را متوالیا مینماید و شخص تمام حرکات و سکنات او را برای العین می بیند و در
صورتیکه فانوس سحری این ترتیب را داشته باشد آنرا سینماتوگراف و نماینده عکس متحرک
گویند

(عکاسی)

دوربین عکاسی فقط عبارتست از یک جعبه که در یک طرف آن عدسی محدبی قرار داده
و در طرف مقابل آن میتوان صفحه از شیشه جا داد

هرگاه شیئی در خارج جعبه مقابل عدسی واقع شود در درون جعبه تصویری از آن
شیئ حقیقی و معکوس و کوچکتر از خود او احداث میگردد و اگر صفحه شیشه تاری در
محل احداث آن تصویر قرار دهند تصویر بخوبی دیده میشود (ش ۱۰۳)

تصویر مزبور البته ثابت نیست یعنی چون آن شیئ از مقابل عدسی رفت تصویر هم زایل میشود
لکن بعضی عملیات میتوان کاری کرد که تصویر ثابت بماند و اصول آن عملیات بطور اختصار از این قرار است



(ش ۱۰۳)

در محل احداث تصویر سابق الذکر بجای شیشه تاریک صفحه از شیشه قرار میدهند که
ورقه از ژلاتین مخلوط با برومور دارژان که یکی از املاح نقره است روی آن کشیده
باشند و آن صفحه را صفحه حساس گویند چون املاح نقره این خاصیت را دارند که
هرگاه اشعه خورشید بر آنها تابد تجزیه میشوند لهذا همینکه شیئی در مقابل عدسی دوربین
قرار داده شد و تصویر آن در روی شیشه احداث گردید اشعه آن تصویر در روی
صفحه ژلاتین و برومور اثر میکند و برومور دارژان را تجزیه مینماید یعنی هر نقطه از شیئی که
روشن است روشنائی آن بواسطه تصویر در صفحه حساس تأثیر کرده برومور دارژان را
تجزیه میکند و هر نقطه از شیئی که تاریک است تصویر آنهم در صفحه حساس اثر نمیکند
متأثر شدن صفحه حساس از روشنائی تصویر در مدتهای مختلفه میشود بعضی صفحات در مدت

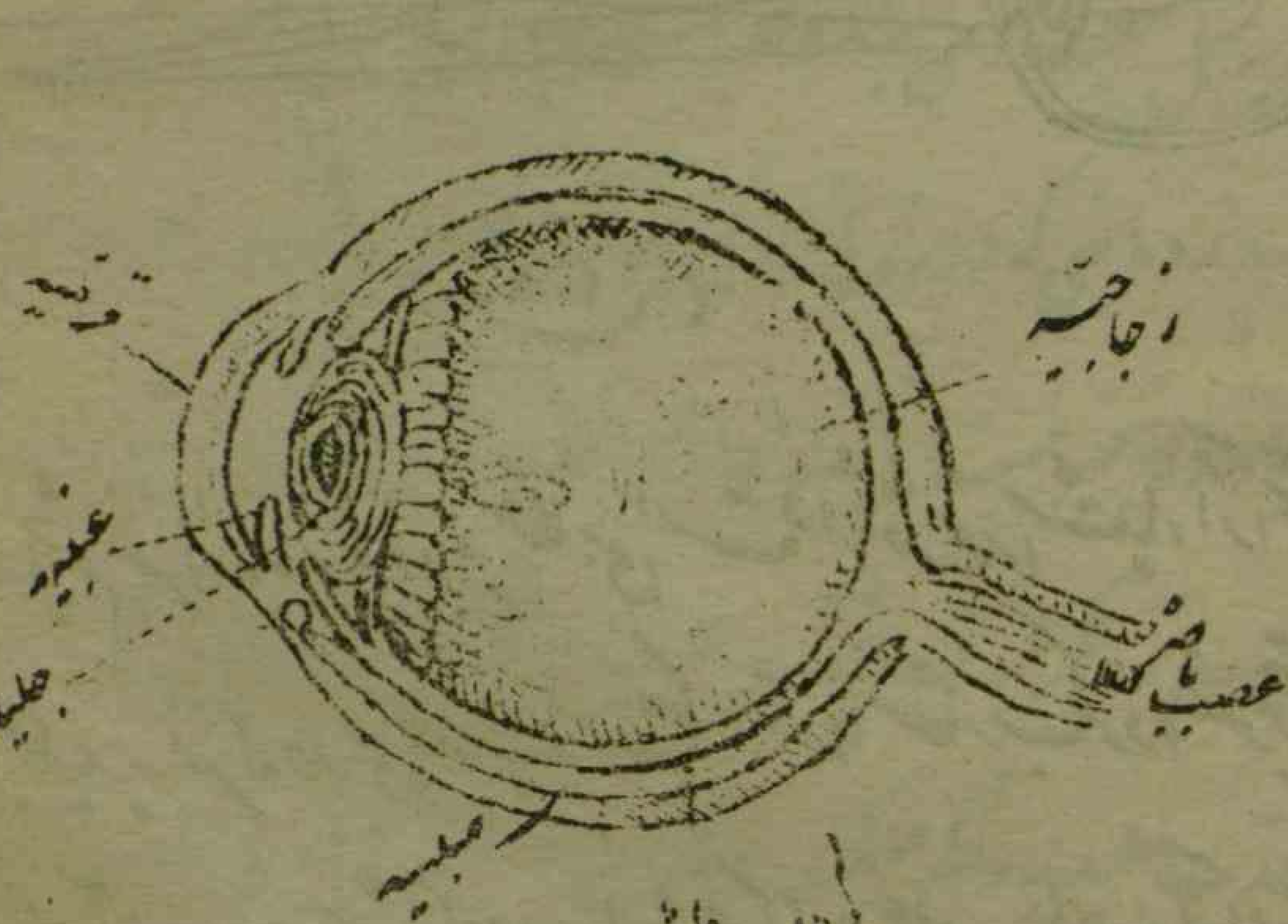
چند دقیقه متأثر میشوند ولی صفحاتی هم هست که در کمتر از یک ثانیه متأثر شده تصویر
در آنها ساخته میشود بطوری که میتوان گفت تأثر آنها فوری است
صفحه حساس را بعد از آنکه در دوربین عکاسی در معرض تصویر واقع شد سرکار بیرون آورند
هنوز نقشی بر روی آن دیده نمیشود بواسطه آنکه تأثیر نور فقط در سطح ژلاتین بوده و باید
بتوسط بعضی عملیات تأثیر آن را بعمق ژلاتین رسانید تا تصویر ظاهر شود و آن عملیات اینست
که صفحه حساس را در بعضی محلول‌ها که این خاصیت را دارند که تجربه بر مورد اثر آن را
کامل میکنند فرو برند و چند دقیقه بگذارند چون تصویر خوب ظاهر شد صفحه را با محلول دیگر که تثبیت
شود و آب شویند تا زواید اجزاء آن زدوده محو شود و تصویر بر روی شیشه ثابت گردد
و در آن حال اگر بشیشه نگاه کنند دیده میشود که تصویری که روی آن نقش است عکس
خود شیئی میباشد یعنی وضعا نسبتا معکوس است علاوه بر این هر نقطه که در شیئی
روشن بوده در روی عکس تیره است و هر نقطه که در روی شیئی تیره بوده در روی عکس
روشن میباشد و این شیشه را شیشه منفی گویند
پس از آنکه این شیشه منفی حاضر شد بتوسط آن همان تصویر را بر روی کاغذ میتوان احداث
کرد باین طریق که کاغذی را که بکلرور دارژان که آن نیز از املاح نقره است آلوده باشد

و بنابراین حساس باشد بر روی شیشه منفی نصب کنند و آنرا آفتاب گذارند بعد از مدتی
از شیشه که روشن است آفتاب نفوذ کرده بکاغذ میرسد و در آن تأثیر میکند و در جاهائی
که شیشه تاریک است آفتاب نمیتواند نفوذ کند و بکاغذ اثری نمیکند بنابراین پس از چند
دقیقه تصویری از شیئ بروی کاغذ منقوش میشود که عکس شیشه منفی است یعنی هر نقطه از
شیشه که تاریک بوده بر روی کاغذ روشن و هر نقطه از شیشه که روشن بوده بر روی کاغذ
تاریک شده و بنابراین تصویر روی کاغذ مطابق با اصل شیئ است که آنرا تصویر مثبت گویند
این ورقه مثبت را با آب میشویند و در بعضی محلولها فرو میبرند تا خوش رنگ و ثابت شود
و جزئیات عمل عکاسی بسیار است و باید برسالات مخصوصه آن رجوع شود

(چشم)

چشم یک دوربین عکاسی بسیار کاملی است و آن کره ایست مرکب از چندین ورقه یا طبقه
طبقه اول صلبیه نام دارد و بر جمیع طبقات چشم احاطه دارد و همانست که سفیدی چشم را
تشکیل میدهد در قسمت جلو آن یک سوراخ مدور کوچکی است تقریباً باندازه یک سانتیمتر مربع
که در جلو آن پرده ایست شفاف موسوم به قرنیه و در عقب قرنیه حجابی است ملون
که رنگ سیاهی چشم از آنست و در بعضی اشخاص مایل بکبودی میباشد این حجاب در وسط هست

به عنبیه و در میان آن سوراخی است که آنرا مردمک چشم میگویند در چشم انسان
این سوراخ مدور است و در بعضی حیوانات مخصوصاً گربه مستطیل میباشد و بواسطه کمی
و زیادی روشنائی منبسط و منقبض میشود

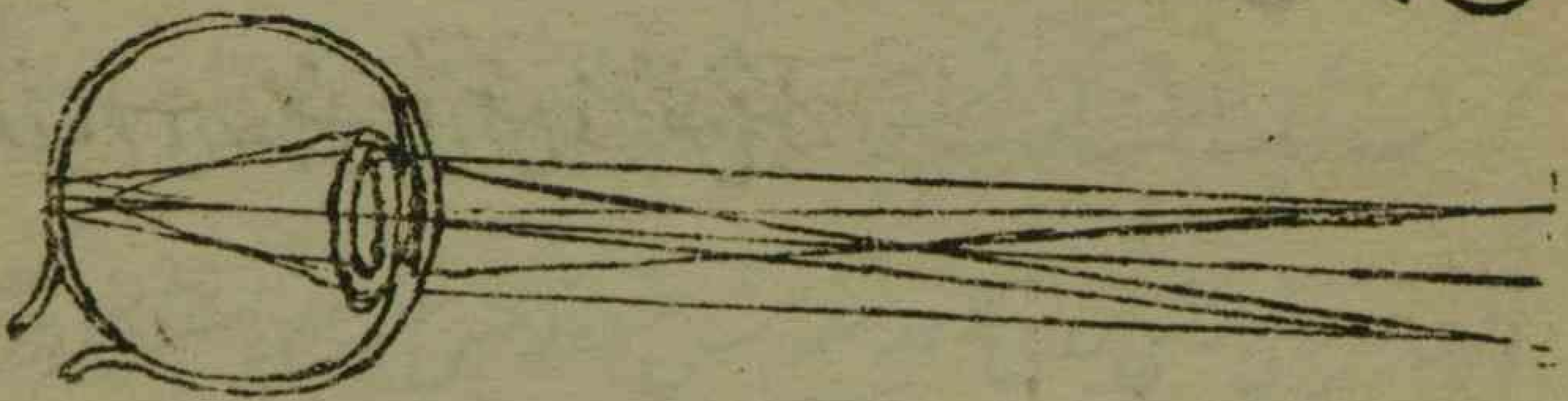


(شکل ۱۰۱) بجلو تشریح طبقات چشم

در پشت عنبیه جسم شفافی است عدسی شکل که آنرا جلیدیه گویند و فاصله بین جلیدیه
و قرنیه مایعی است شفاف که آن را زلالیه خوانند و در عقب جلیدیه تمام کره چشم مملو است
از مایعی که آنرا زجاجیه گویند سطح درون صلبیه مفروش است از پرده سیاهی
که مشیمیه خوانده میشود و سطح مشیمیه مفروش است از پرده دیگری که آنرا شبکیه گویند
و این پرده شبکیه از رشته های عصب باصره تشکیل یافته است و عصب باصره از دماغ آمده

ازطرف خلف در صلبیه نفوذ کرده و داخل کره چشم میشود و پرده شبکیه را تشکیل میدهد

(س ۱۰۴)



(س ۱۰۵)

مردمک چشم بمنزله دهانه دوربین عکاسی است و اشعه نور اشیاء از آنجا داخل چشم
میشود و جلیدیه بمنزله عدسی محدب است که اشعه را متقارب کرده تصویر حقیقی از اشیاء
کوچکتر از خود آنها در روی شبکیه احداث میکند و عصب باصره از این تصاویر متاثر شده
(س ۱۵)
احساس نور میکند و این تأثیر بدماغ منتقل شده صورتی از آن اشیاء بذهن میرسد
چون چشم مانند یک دوربین عکاسی و جلیدیه بمنزله شیشه عدسی است پس اشعه که
وارد چشم میشوند در عقب جلیدیه در کانونی مجتمع میگردند و هرگاه آن کانون روی پرده
شبکیه واقع شود چشم اشعه را احساس میکند ولی اگر کانون جلو شبکیه یا عقب آن واقع شود
اشعه دیده نمیشود و چون محل کانون عدسی بسته بقرب و بعد اشیاء از عدسی میباشد
پس هر شئی که بعدش نسبت بجلیدیه طوری باشد که کانون اشعه آن در روی شبکیه واقع شود

چشم آنرا خوب تمیز میدهد و الا بخوبی محسوس نمیشود چنانکه انسان تمام اشیائیرا

که بفواصل مختلفه واقع هستند بیک اندازه خوب تمیز میدهد هرگاه چشم کلی سالم

و بیعیب باشد اشیاء ریزه از فاصله پانزده الی سی سانتیمتر بخوبی تمیز میدهد

اگر جلیدیه مثل شیشه عدسی جامد و لا تغیر بود اشیائیکه بفاصله معینی هستند فقط

دیده میشدند و مابقی که دورتر یا نزدیکتر از آن فاصله میباشند همه محو بنظر میآیند لکن

جلیدیه جامد و لا تغیر نیست و تا یک اندازه تحدب آن کم و زیاد میشود و بر وفق میل انسان

میخواهد جسم نزدیکرا ببیند تحدب جلیدیه را زیاد میکند و چون بخواهد جسم دوررا

ببیند تحدب جلیدیه را کم میکند ولی این موافقت دادن تحدب جلیدیه با

بعد اجسام نیز محدود است یعنی تا یک اندازه انسان میتواند بکار ببرد

و برای اشیاء بسیار دور یا بسیار نزدیک امکان ندارد

چنانکه سابقا گفته ایم چشم مردم از حیث دوربینی و نزدیک بینی متفاوتست

و در اوقات مختلفه عمر هم تفاوت میکند

بعضی اشخاص طول قطر چشمشان از جلو بعقب زیادتست یعنی جلیدیه آنها از شبکیه

دور است بنابراین تصویر اشیاء دور در چشم ایشان جلوتر از شبکیه واقع

میشود لهذا اشیاء دور را خوب نمی بینند و مجبور هستند عینکی بگذارند که مقعر باشد تا تصویر شیئی را نزدیک کند بعضی برعکس هستند و محتاج بعینک محدب میباشند و این حال غالباً در پیری عارض میشود

در باب نواقص و معایب چشمها و جزئیات و کیفیات اعمال چشم مطالب بسیار است ولی در اینجا گنجایش ندارد

(باب پنجم)

مغناطیس و الکتریسیته

مبحث اوّل

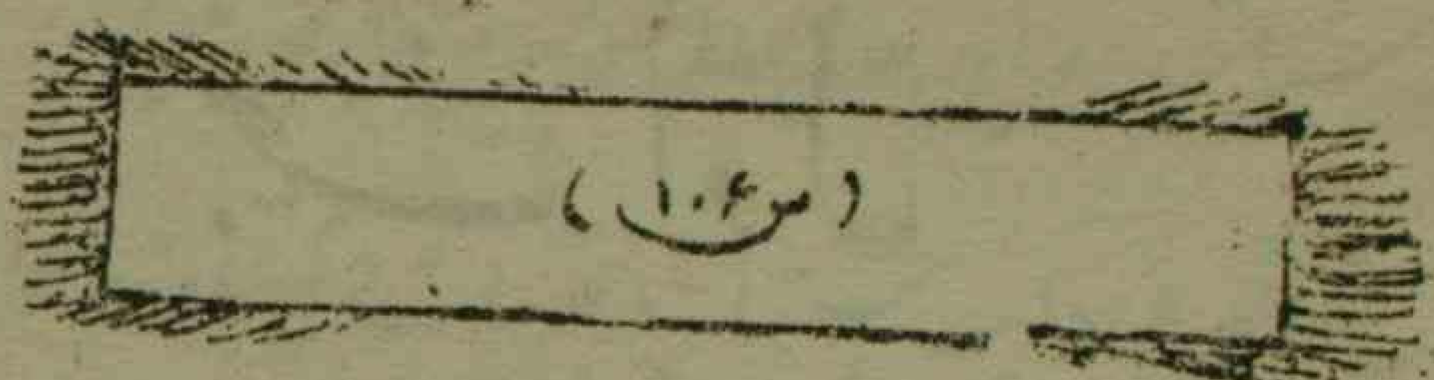
مغناطیس

(جاذبه مغناطیس)

بعضی اجسام این خاصیت را دارند که آهن و نیکل و بعضی فلزات را بخود جذب میکنند آن اجسام را آهن ربا یا مغناطیس گویند و آن بر دو نوع است طبیعی و مصنوعی مغناطیس طبیعی معدنی است مرکب از آهن و اکسیژن (اکسید دو فر) و مغناطیس مصنوعی عبارتست از تیغه از فولاد که بواسطه عملیات مخصوصه که بعد ذکر خواهیم کرد مصنوعاً دارای خاصیت مغناطیسی یعنی آهن ربائی شده باشد

مغناطیس خواه طبیعی باشد خواه مصنوعی خواص آن یکسان است و ملاحظه شده است که قوه جاذبه که در مغناطیس نسبت بآهن هست در تمام نقاط آن بیکدرجه موجود نیست

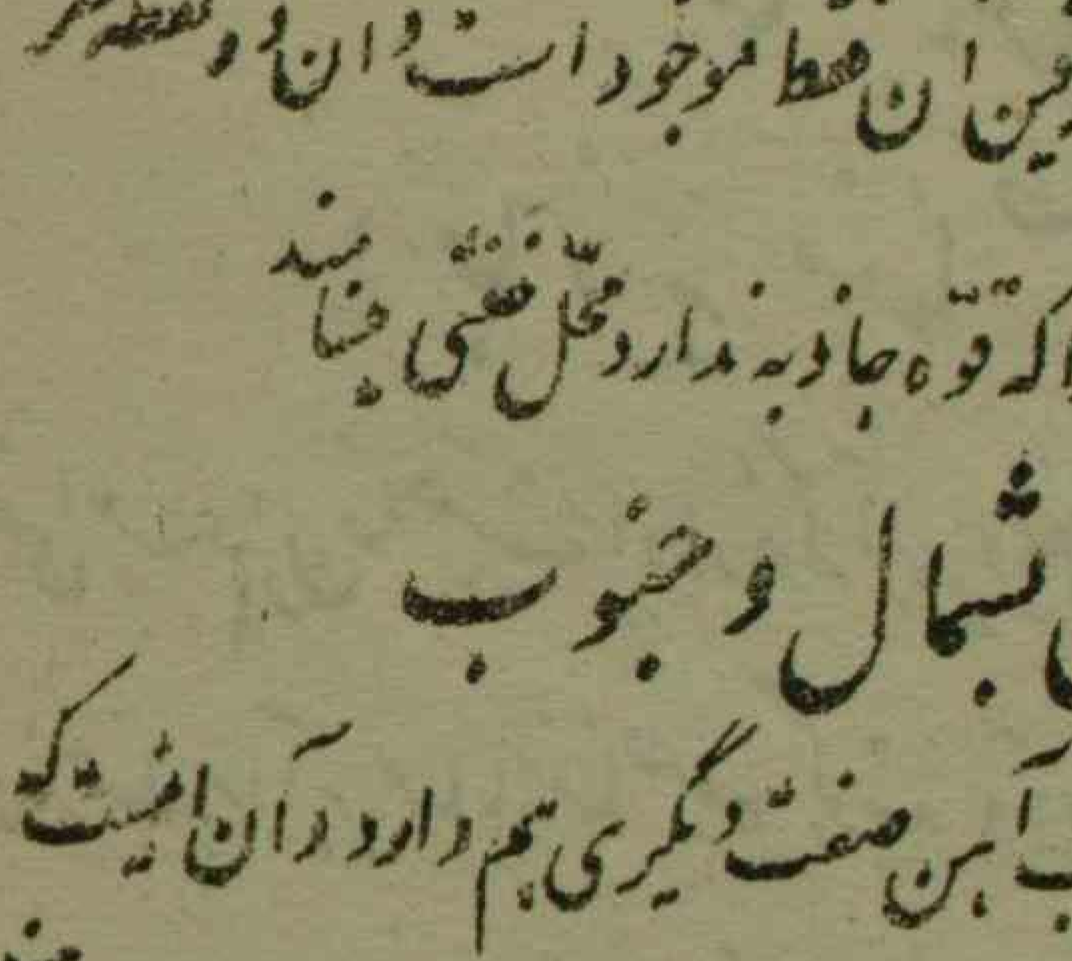
هرگاه یک تیغهٔ مغناطیس را در میانهٔ براده آهن فرو بریم دیده میشود که ذرات آهن
در طرفین تیغه مغناطیس را جمع میشوند و هرچه از دو سر تیغه دور میشود ذرات آهن کمتر بآن
پیچیده و در وسط ابداً هیچ ذره آهنی نچسبیده است (ش ۱۰۶) پس معلوم میشود قوه



مغناطیس در وسط تیغه نیست و در طرفین آن فقط موجود است و آن دو نقطه طرفین را
قطبین مغناطیس میگویند و وسط آنرا که قوه جاذبه ندارد محل خنثی مینامند

توجه مغناطیس بشمال و جنوب

مغناطیس علاوه بر خاصیت جذب آهن صفت دیگری هم دارد و آن اینست که
هرگاه بشکل میله یا عقربکی باشد و وسط آن را بر ریسمانی بیاویزند یا بر محوری قرار دهند
بطوریکه آزاد باشد همیشه طوری قرار میگیرد (ش ۱۰۷)
که یکطرف آن بسمت شمال و طرف دیگر
بجانب جنوب متوجه است و اگر آنرا
از اینحال منحرف کنند باز بهمان حال عود

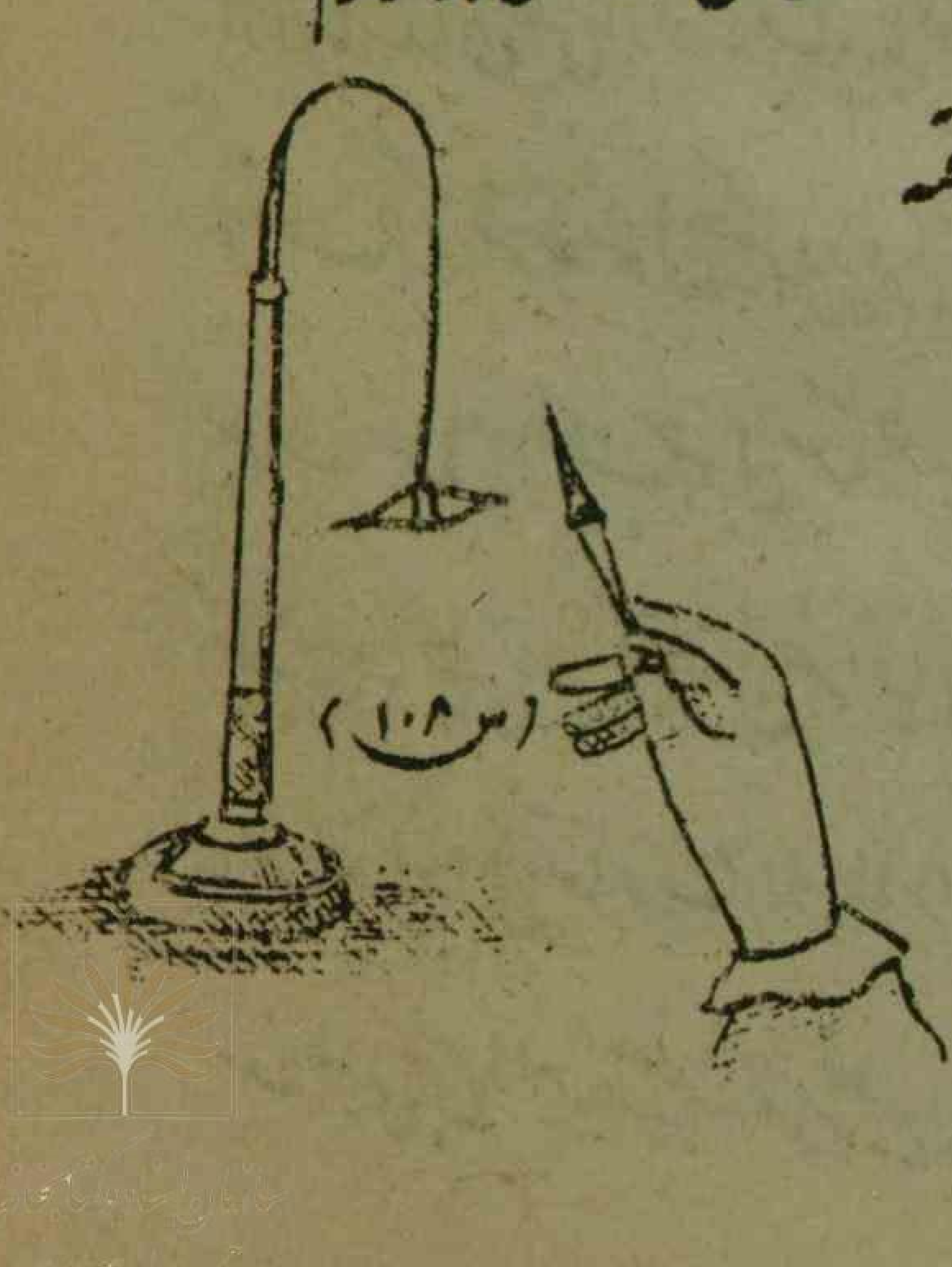


(ش ۱۰۷)

میکند علاوه براین بواسطهٔ نشان کردن قطبین مغناطیس میتوان معلوم کرد که یکطرف مخصوص آن بجانب شمال متوجه است وطرف دیگرش بسمت جنوب یعنی طرفی که بسمت شمال متوجه شده هیچوقت مایل بجنوب نمیشود وهمچنین طرفی که مایل بجنوب است هیچوقت متوجه شمال نمیگردد

اثر قطبین دو مغناطیس بر یکدیگر

قطبین مغناطیس درباره جذب آهن یک حال را دارند لکن در بعضی خواص دیگر متفاوتند چنانکه هرگاه دو مغناطیس داشته باشیم وقطبین هریک را جداگانه نشان کنیم مثلاً در این هر دو مغناطیس قطبی را که متوجه شمال است قرمز و قطبی را که متوجه جنوب است کبود کنیم پس یکی از آن دو مغناطیس را به ریسمانی بیاویزیم بطوریکه در حرکت آزاد باشد و مغناطیس دیگر را بدست گرفته نزدیک اولی ببریم (ش ۱۰۱) می بینیم اگر قطب قرمزی را بقطب قرمز دیگری نزدیک کنیم فوراً آن دیگری فرار میکند ودور میشود اما اگر قطب قرمزی را



(ش ۱۰۲)

بقطب کبود دیگری نزدیک کنیم آن دیگری هم با و اقبال میکند و بهم میچسبند و همچنین

یکی را اگر بقطب کبود دیگری آشنا کنیم از یکدیگر فرار میکنند

پس معلوم میشود که در مغناطیسها قطبهای متشابه یکدیگر را دفع میکنند و قطبهای متفاوت

یکدیگر را جذب مینمایند

مغناطیس کرهٔ زمین

از روی این قاعده بر ما معلوم میشود که علت متوجه شدن طرفین مغناطیس بجنوب و

شمال زمین چیست یعنی معلوم میشود که کرهٔ زمین من حیث المجموع بمنزلهٔ یک مغناطیس است

و دو قطب مغناطیسی دارد که با قطبین هر مغناطیسی متشابه میباشند بنابراین هر مغناطیسی که

آزاد باشد آن قطبی از او که متشابه با قطب مغناطیس شمال زمین است متوجه جنوب میشود

و قطب دیگر متوجه شمال میگردد و باین جهت است که در هر مغناطیس قطب متوجه

بطرف شمال را قطب جنوبی مغناطیس و دیگری را قطب شمالی مینامند

قطبین مغناطیسی زمین با قطبین جغرافیائی آن درست مطابق نیست و محور مغناطیسی آن

با محور جغرافیائی تفاوت دارد بنابراین نصف النهار جغرافیائی زمین هم با نصف النهار

مغناطیسی یعنی دایرهٔ عظیمه که بر قطبین مغناطیسی آن مرور کند متفاوت است پس زاویه را

که از تقاطع نصف النهار مغناطیسی با نصف النهار جغرافیائی حادث شود انحراف
مغناطیسی گویند و این انحراف هم همه وقت یک اندازه نیست کم و زیاد شرقی و
غربی میشود یعنی گاهی عقربک مغناطیس بطرف مشرق قطب جغرافیائی منحرفست گاهی بطرف مغرب
علاوه براینکه عقربک مغناطیس درست با خط شمال و جنوب موافقت ندارد با سطح افقی هم
کاملاً موازی نیست یعنی نسبت بسطح افقی مایل است و یکطرف آن نزدیکتر بسطح افقی است
تا سر دیگر و این کیفیت را میل مغناطیس گویند و میل مغناطیس هم مانند انحراف آن متفاوت میشود

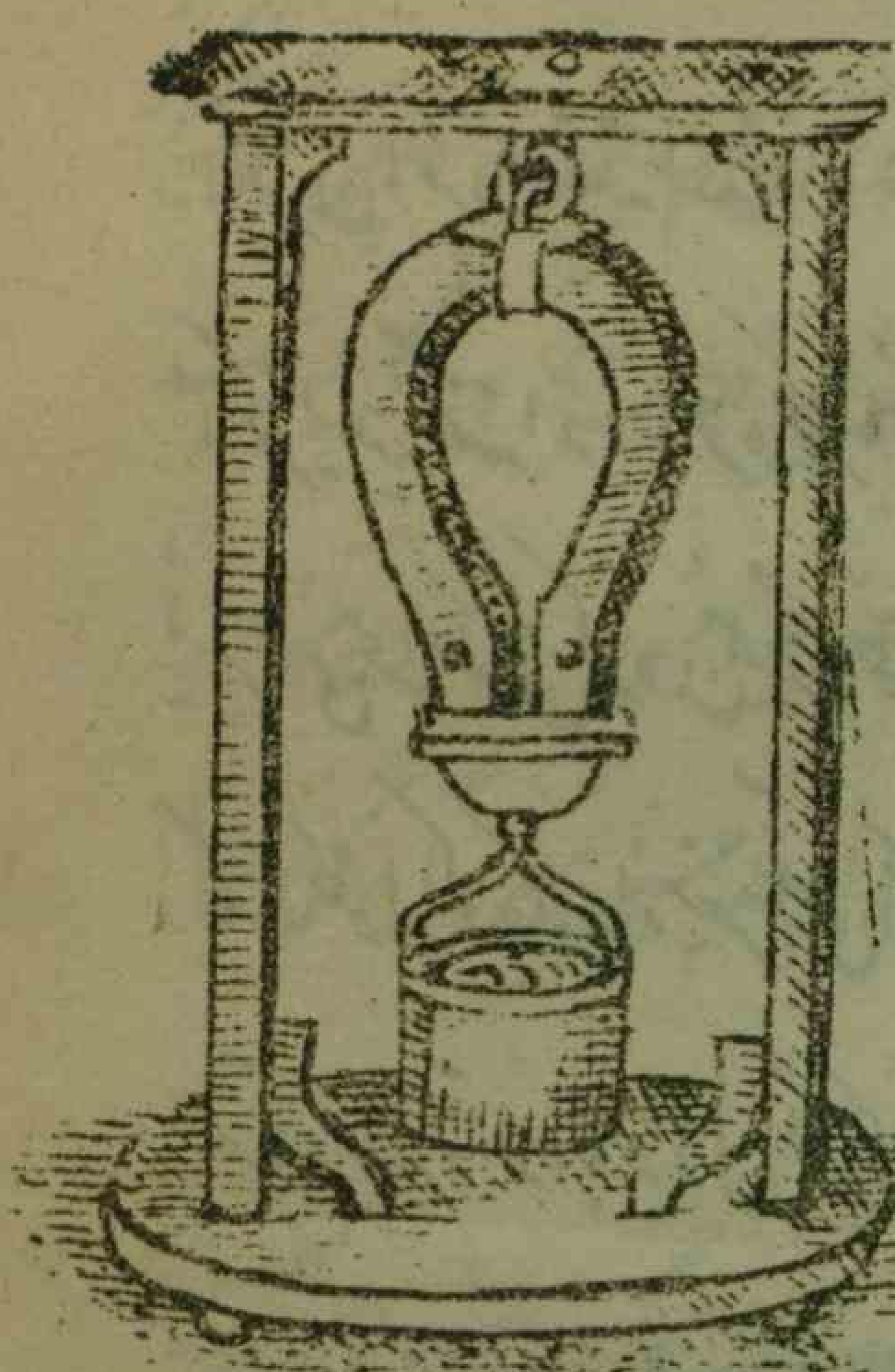
(قطب نما)

بنابراینکه عقربک مغناطیس همیشه تقریباً متوجه شمال و جنوب است آنرا برای تعیین جهات
اربعه بکار میبرند یعنی در درون جعبه عقربک مغناطیس را بر محوری بطور افقی قرار میدهند
چنانکه بآزادی حرکت کند و شمال و جنوب را نماید هر چند عقربک مغناطیس شمال و جنوب
مغناطیسی را مینماید لکن چون شمال و جنوب مغناطیس با شمال و جنوب جغرافیائی در همین
تفاوت جزئی دارد همینقدر که انحراف مغناطیس معلوم باشد شمال و جنوب هم بتحقیق معین میشود
پس قطب نما تعیین جهات اربعه را مینماید و فواید این تعیین در ضمن مسافرتهای بری و بحری
و اعمال مهندسی و جغرافیائی و کلیه امور زندگانی ظاهر است

(القاء قوهٔ مغناطیس)

سابق گفتیم که بواسطهٔ بعضی عملیات میتوان مصنوعاً مغناطیس ساخت عملیات
مذکوره اینست که قوه مغناطیس را در جسمی که دارای آن نیست القا کنند القاء قوه
مغناطیس فقط در اجسام معدود مخصوص ممکن است و عمدهٔ آنها همان آهن و فولاد است و بدو
طریق ممکن میشود یکی بتوسط قوهٔ الکتریسیته دیگر بتوسط قوهٔ خود مغناطیس
طریقه الکتریسیته را بعدها مذکور خواهیم داشت اما طریق مغناطیس عبارتست از اینکه
آهن یا فولاد را نزدیک مغناطیس کنند یا با آن ملاصق نمایند در اینصورت آهن یا فولاد
قوهٔ مغناطیس پیدا میکند و اگر علاوه بر مجاورت مغناطیس با آهن و فولاد آنها را بیکدیگر
هم مالش بدهند قوه مغناطیس بیشتر در آنها اثر میکند الا اینکه اگر آهن خالص را در تحت این
ترتیب در آورند فوراً مغناطیس میشود ولی قوه مغناطیس در آن ثابت نمیماند یعنی بعد از آنکه
از مغناطیس دور شد فوراً قوهٔ مغناطیس هم از آن زایل میشود اما فولاد دیر مغناطیس میشود
و همینکه دارای قوهٔ مغناطیس شد مدت مدیدی آن قوه را حفظ میکند
بتجربه رسیده است که هرگاه چند مغناطیس را با یکدیگر جمع کنند قوه و خاصیت آنها بیش
از یک مغناطیس است که بتنهائی باندازه آن چند تیغه باشد و غالباً تیغه مغناطیس را اعم

از انکه مفرد باشد یا مرکب بشکل نعل اسب قرار میدهند (س ۱۰۹) و در هر صورت قطعه



آهن خالص را با قطبین آن ملاصق میکنند که علی الدوام
بآن حال باشد و فایده اینکار اینست که باین واسطه قوه
مغناطیس در تیغه فولادی ثابت میماند بلکه زیاد میشود
و قطعه آهن مزبور را جوشن مغناطیس گوئیم

(س ۱۰۹)

مبحث دویم الکتریسیته

فصل اول - الکتریسیته ساکن

(احداث الکتریسیته بواسطه مالش)

هر جسمی را که مالش و اصطکاک دهند خاصیتی پیدا میکند و دارای قوه جاذبه میشود که اجسام خفیفه را
از قبیل ریشه های پر و خاک اره و پر کاه و قطعات کاغذ بخود میکشد و جذب میکند
اول دفعه که این خاصیت مکشوف شد در قسمی صمغ زرد رنگ بود و بمناسبت اینکه آن صمغ

بعد از مالش کاه را بخود جذب میکند آنرا کاه ربا و کهربا خوانده‌اند و در زبان یونانی‌ها آن صمغ

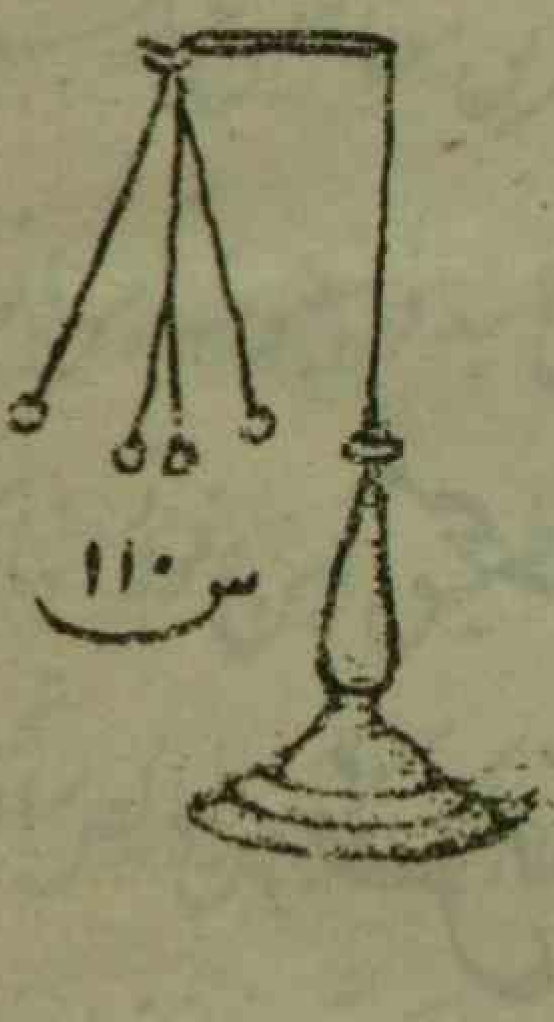
الکترن نام داشته لهذا قوه‌ئی را که بواسطه مالش در آن تولید میشود در زبان فرانسه

الکتریسیته گفته‌اند و ما قوه کهربائی و کهربائیت میتوانیم بنامیم

برای محسوس کردن وجود قوه الکتریسیته در جسم عادت براین جاری شده است که

یک گلوله کوچک از مغز آقطی یا یک قطعه جسم خفیف دیگر از قبیل کاغذ را بانتهای ریسمانی

میاویزند و آنرا پاندول الکتریک میگویند (س ۱۱۰)



(س ۱۱۰)

و هر وقت میخواهند جسمی دارای الکتریسیته

به بینند هست یا نیست آن را به پاندول

الکتریک نزدیک میکنند اگر آن جسم پاندول را

(س ۱۱۰)

بخود جذب کرد معلوم میشود الکتریسیته دارد والا فلا

اجسام هادی الکتریسیته و اجسام عایق الکتریسیته

گفتیم هر جسمی را که مالش دهند دارای قوه الکتریسیته میشود لکن بر حسب ظاهر این خاصیت

فقط در بعضی اجسام از قبیل کهربا و لاک و شیشه مشاهده میشود و در بعضی دیگر از قبیل فلزات

محسوس نیست و علت آن اینست که تمام اجسام نسبت بالکتریسیته یک حال ندارند یا بعضی

که بعضی اجسام را همینکه مالش دهند قوهٔ الکتریسیته که در آنها تولید میشود در همان نقطه که
مالش داده شده میماند و بنقاط دیگر سرایت نمیکند و این قسم اجسام را عایق الکتریسیته میگویند
یعنی مانع عبور و سرایت الکتریسیته هستند بعضی دیگر از قبیل فلزات هادی الکتریسیته هستند
یعنی وقتیکه آنها را مالش دهند الکتریسیته که در آنها تولید میشود در درون آنها جریان
پیدا کرده میرود و در یک نقطه باقی نمیماند باین واسطه چنین بنظر میآید که دارای
الکتریسیته نشده اند

پس فلزات و سایر اجسام هادی را که بلا واسطه بدست گرفته مالش دهیم الکتریسیته که
در آنها تولید میشود در درون خود آنها جریان یافته داخل دست و بدن ما شده از آنهم
عبور کرده بزمین میرود زیرا که بدن انسان و زمین هم هادی الکتریسیته میباشند اما اگر بخواهیم
الکتریسیته در اجسام هادی بماند و محسوس شود باز ممکن است باین طریق که آنها را بلا واسطه
بدست نگیریم و بواسطه جسم عایق دیگر با آن ملامسه کنیم و آنرا بر یک جسم هادی الکتریسیته
هم مالش ندهیم بلکه بر جسم عایق مالش دهیم مثلاً اگر یک میله فلزی را بخواهیم دارای
الکتریسیته کنیم آنرا در پارچه ابریشمی که عایق است بپیچیم و روی پارچه پشمی مالش دهیم
در اینصورت الکتریسیته بواسطه عایق بودن ابریشم و پشم نمیتواند داخل زمین و بدن ما

شود و در میله فلزی میماند و محسوس میشود

هر جسمی را که دارای الکتریسیته باشد اگر متصل بزمین کنیم فوراً الکتریسیته آن داخل زمین میشود

بنابراین هر وقت میخواهند قوهٔ الکتریسیته را در جسمی حفظ کنند باید مانع شوند از اینکه بزمین

متصل گردد باین طریق که بین آن جسم و زمین یک جسم عایق از قبیل شیشه و لاک و صمغ و پشم و

ابریشم قرار دهند و بنابراین اجسام مذکوره را بزبان فرانسه ایزلان یعنی حاجز مینامند

هوای خشک هم ایزلان است لکن هوای مرطوب اینطور نیست بواسطه اینکه رطوبت

هادی الکتریسیته میباشد و بنابراین اگر جسمی دارای الکتریسیته باشد و در هوای مرطوب

باشد بزودی الکتریسیته آن زایل میگردد

اقسام دوگانهٔ الکتریسیته

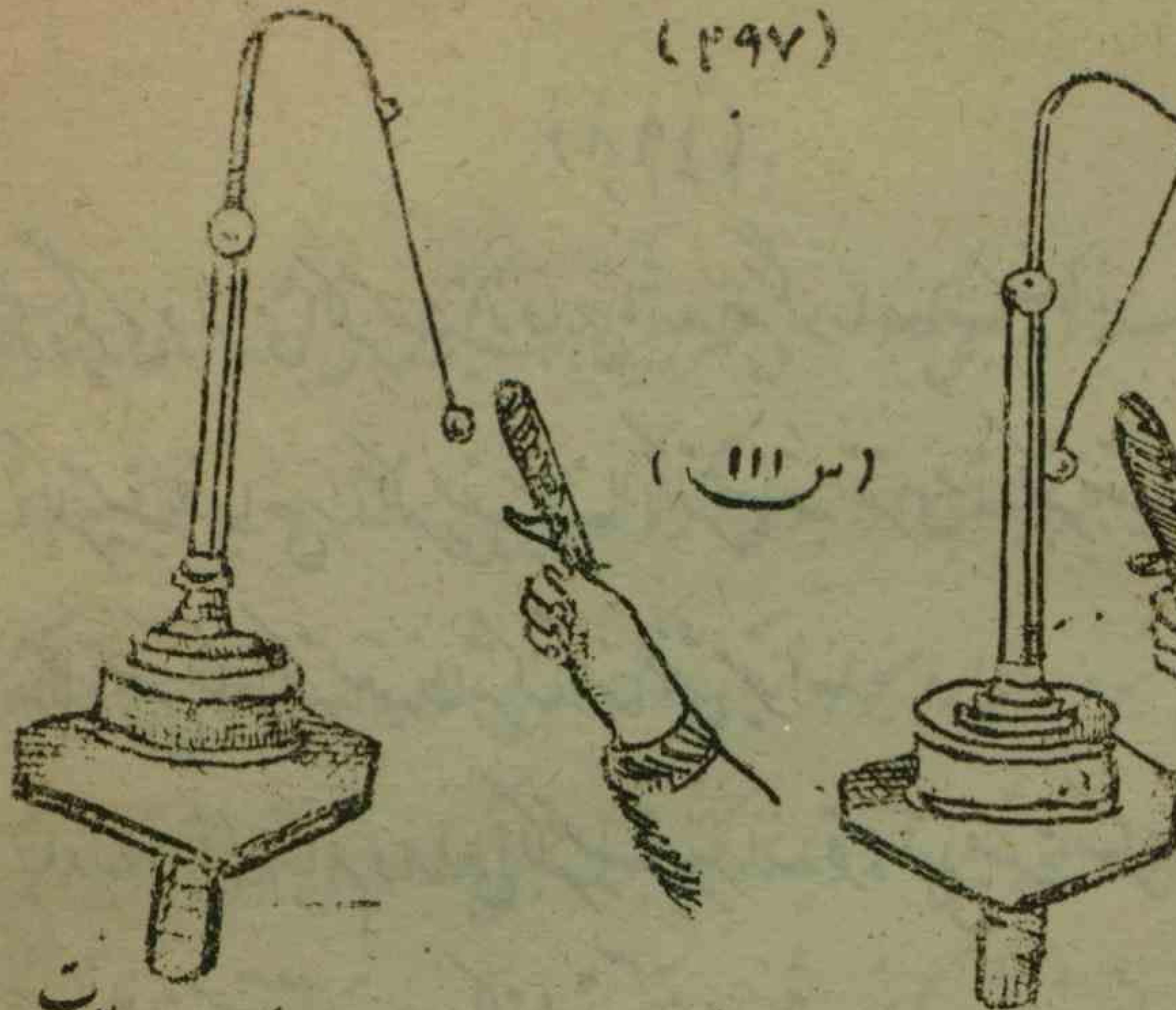
هر گاه میلهٔ از شیشه را مالش داده نزدیک پاندول الکتریک ببریم می بینیم گلوله آقطی

فوراً مجذوب شیشه شده باو میچسبد لکن بعد از آنکه چسبیده از او جدا میشود و فرار میکند

و در اینحال اگر میلهٔ از سقز را که مالش داده باشیم بپاندول نزدیک کنیم باز گلوله آقطی

مجذوب شده فوراً از آن فرار میکند س ۱۱۱ و بتجربه معلوم میشود که هر وقت گلوله

آقطی را شیشه جذب میکند سقز آن را دفع مینماید و هر وقت سقز آن را جذب میکند



(س ۱۱۱)

شیشه آنرا دفع مینماید ازاینجا استنباط میکنیم که الکتریسیته شیشه با الکتریسیته سقز تفاوت
دارد علاوه براین معلوم میشود که دو الکتریسیته متجانس یکدیگر را دفع میکنند و دو الکتریسیته
متفاوت همدیگر را جذب مینمایند زیراکه گلوله اقطی ابتدا مجذوب شیشه شده بآن
چسبید و بعد ازآنکه بآن چسبید فوراً ازآن فرار کرد یعنی ابتدا که دارای الکتریسیته شیشه نبود
مجذوب شد و پس ازآنکه بواسطه التصاق دارای همان الکتریسیته شد از او فرار کرد
وهمین امر نسبت به سقز نیز واقع گردید
تمام اجسام درصورتیکه مالش یابند یا مثل شیشه دارای الکتریسیته میشوند یا مثل سقز پس
میتوان گفت الکتریسیته دو قسم است سقزی و زجاجی دو جسم که هر دو دارای الکتریسیته
سقزی یا الکتریسیته زجاجی باشند یکدیگر را دفع میکنند ولی اگر یکی دارای الکتریسیته سقز

و دیگری دارای الکتریسیتهٔ زجاجی باشد همدیگر را جذب مینماید

الکتریسیته زجاجی را الکتریسیته مثبت و الکتریسیته سقزی را الکتریسیته منفی نیز میگویند

هرگاه جسمی آثار الکتریسیته ظاهر نکند آنرا خنثی میخوانند

جاذبه و دافعهٔ اجسام دارای الکتریسیته نیز مانند قوهٔ ثقل بنسبت معکوس مجذور فاصلهٔ

آنها و بنسبت مستقیم مقدار الکتریسیتهٔ آنها است

کیفیت توزیع الکتریسیته در اجسام

بتجربه معلوم میشود که هر جسمیکه دارای الکتریسیته است قوهٔ الکتریسیته فقط در سطح آن میباشد

و در درون جسم وجود ندارد و از اینجا میتوان این مسئله را محسوس کرد که کرهٔ از برنج را

بر روی جسمی که عایق الکتریسیته باشد قرار میدهند و آنرا دارای الکتریسیته میکنند کرهٔ

مزبور اگر مجوف باشد بتجربه میتوان معلوم کرد که هرگاه جسم فلزی دیگری را بسطح بیرونی

کره ملاصق کنند دارای الکتریسیته میشود و اگر بسطح درونی ملاصق کنند دارای

الکتریسیته نمیشود و این دلیل است براینکه سطح بیرونی آن کره الکتریسیته دارد و درون

آن ندارد

(خاصیت نوک ها)

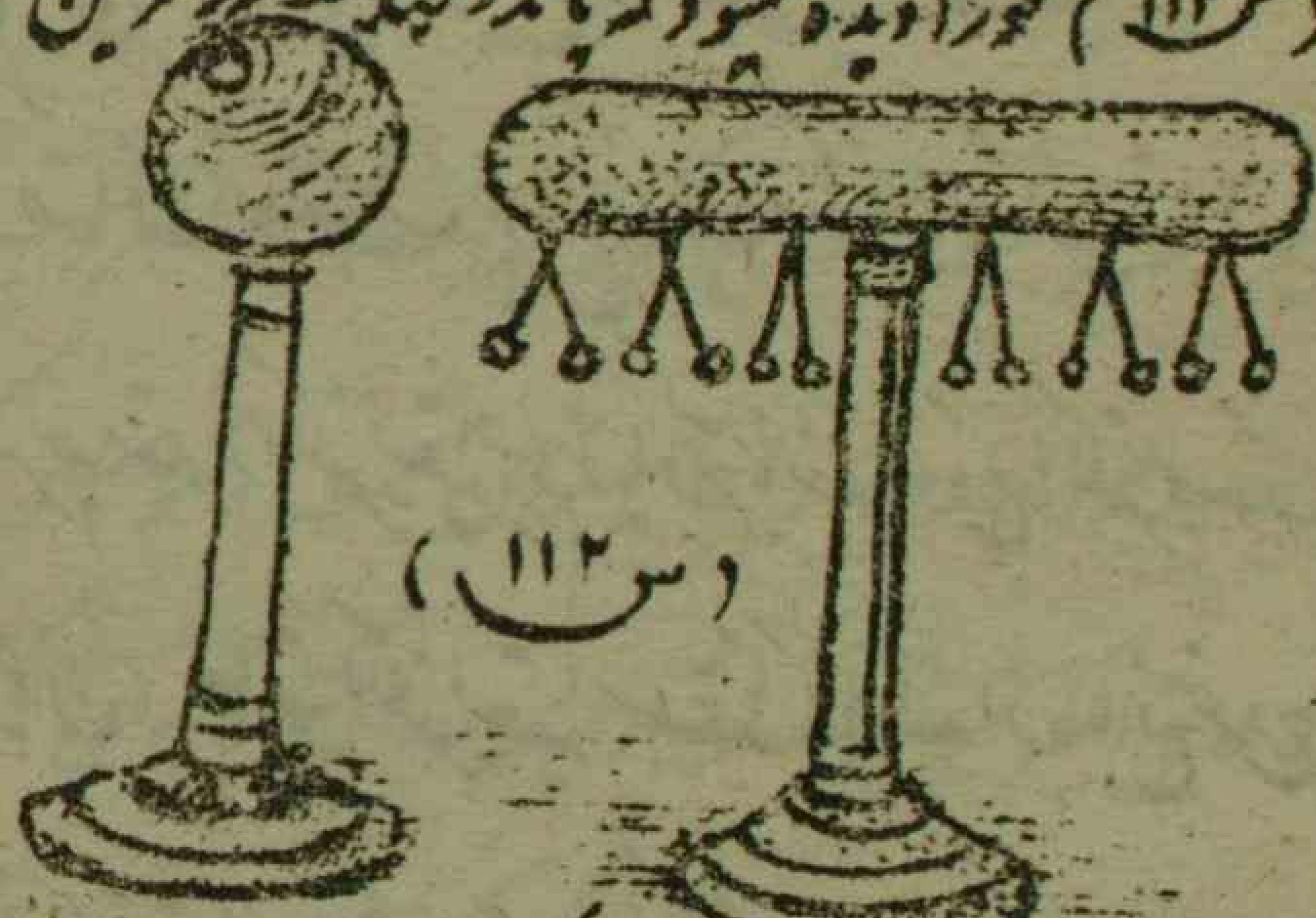
نیز بتجربه رسیده که جسمی که دارای الکتریسیته است اگر کروی باشد تمام نقاط سطح آن
یک اندازه الکتریسیته دارد ولی اگر نوک و تیزی داشته باشد الکتریسیته در آن
نوک جمع میشود و همواره میخواهد از آن نوک خارج شود و این مسئله باین طریق محسوس
میشود که هرگاه شعله شمعی را نزدیک بکنند بنوک جسمی که دارای الکتریسیته زیادی باشد
همان اثر حادث میشود که شعله شمع را آهسته بدمند و این دلیل است براینکه الکتریسیته
از نوک آن خارج میشود و شعله شمع را میدمد

اجسامی هم که صاف میباشند و سطح آنها نوک نداشته باشد باز الکتریسیته آنها بتدریج
خارج میشود و هرچه مقدار الکتریسیته جسم زیادتر باشد خروج الکتریسیته شدیدتر است
هوای خشک چون عایق الکتریسیته است تا یک اندازه مانع خروج الکتریسیته از اجسام
میشود لکن چون رطوبت و بخار آب هادی الکتریسیته است در هوای مرطوب الکتریسیته
اجسام بزودی زائل میشود

القای الکتریسیته بواسطهٔ مجاورت

تاکنون آنچه مذکور داشته ایم دارای الکتریسیته شدن اجسام بواسطه مالش بوده یا
بواسطه ملاصق شدن آنها با جسم دیگری که دارای الکتریسیته باشد لکن باید دانست که اجسام با

هادی الکتریسیته هستند هرگاه با جسم دیگر که دارای الکتریسیته باشد مجاور شوند فوراً
دارای الکتریسیته میشوند و در این باب تجارب چند میتوان نمود
یکی از آن تجارب اینست که استوانهٔ از جسمیکه هادی الکتریسیته باشد بر میدارند و چند
پاندول الکتریک مضاعف بآن میآویزند در حالیکه ریسمان پاندولها از رشتهٔ کتان
باشد که هادی الکتریسیته باشد پس این استوانه را نزدیک میکنند بجسمی که دارای الکتریسیته
مثبت باشد (س ۱۱۲) فوراً دیده میشود که پاندولهائیکه در طرفین استوانه آویخته است



(س ۱۱۲)

از یکدیگر جدا میشوند و این دلیل است بر اینکه استوانه دارای الکتریسیته شده و الکتریسیته
آن داخل پاندولها شده و چون دو پاندول دارای یکقسم الکتریسیته هستند از هم جدا
شده اند علاوه بر این دیده میشود که در پاندولهائیکه بواسطه استوانه آویخته است یکی
ظاهر نیست پس آن نقطه از استوانه بحال خنثی مانده است در این حال اگر یک میله
تنفری که دارای الکتریسیته منفی میباشد بپاندولهائیکه در طرف نزدیک بجسم الکتریسیته

بستند نزدیک کنیم می بینیم پاندولها را دفع میکند پس معلوم میشود که آن پاندولها

و آن قسمت از استوانه دارای الکتریسیتهٔ متجانس او میباشند یعنی الکتریسیتهٔ منفی دارند

ولی همان میلهٔ شقری را اگر با پاندولهای طرف دیگر نزدیک کنیم آنها را جذب

نماید پس معلوم میشود آنها دارای الکتریسیتهٔ مثبت شده اند

نیز بتجربه معلوم میشود که هرچه استوانه بسرچشمهٔ الکتریسیته نزدیک باشد اثر مجاورت

در استوانه بیشتر خواهد بود و پاندولها از یکدیگر بیشتر دور میشوند

و از چیزها که محسوس میشود اینست که در حالی که استوانه در مجاورت سرچشمهٔ الکتریسیته است

و یکطرف آن دارای الکتریسیتهٔ مثبت و طرف دیگرش دارای الکتریسیتهٔ منفی است

اگر یکی از نقاط استوانه را بزمین متصل کنیم الکتریسیتهٔ متجانس با الکتریسیتهٔ سرچشمه بزمین میرود

یعنی در مثالی که ما زدیم الکتریسیتهٔ مثبت زایل میشود و الکتریسیتهٔ منفی میماند

(الکتریسکپ)

الکتریسکپ آلتی است که بآن میتوان معلوم نمود که آیا جسمی دارای الکتریسیته است یا نه

پاندول الکتریک که سابقاً شرح داده ایم ساده ترین اقسام الکتریسکپ است

خاصیت الکتریسیته یافتن اجسام بواسطهٔ مجاورت باعث شده که اقسام دیگر الکتریسکپ

هم میتوان ساخت از جمله یکی اینست که میله از برنج بر داشته یک سر آنرا منتهی بدگمه گرد و یک سر دیگر آنرا منتهی بدو تیغه طلا میکنند و میله مذکور را از درون چوب پنبه عبور داده داخل شیشه از بلور مینمایند و سرپوشش را روی صفحه از برنج قرار میدهند (ش ۱۱۳) در اینحال



(ش ۱۱۳)

هرگاه جسمی را به دگمه میله نزدیک کنند بدون اینکه بآن متصل شود اگر تیغه های طلا حرکتی نکرد و بحال عمودی ماند معلوم میشود جسم مزبور دارای الکتریسیته نبوده است ولی اگر جسم مزبور دارای الکتریسیته باشد تیغه های طلا از یکدیگر دور میشوند زیرا که میله برنجی بواسطهٔ مجاورت بآن جسم دارای الکتریسیته میشود و الکتریسیته به تیغه های طلا هم سرایت میکند و چون آن دو تیغه دارای یک نوع الکتریسیته میشوند یکدیگر را دفع میکنند و ضمناً میدانیم که دگمه میله دارای الکتریسیته مخالف الکتریسیته جسم مزبور و تیغه های طلا دارای الکتریسیته

متجانس با آن خواهند بود

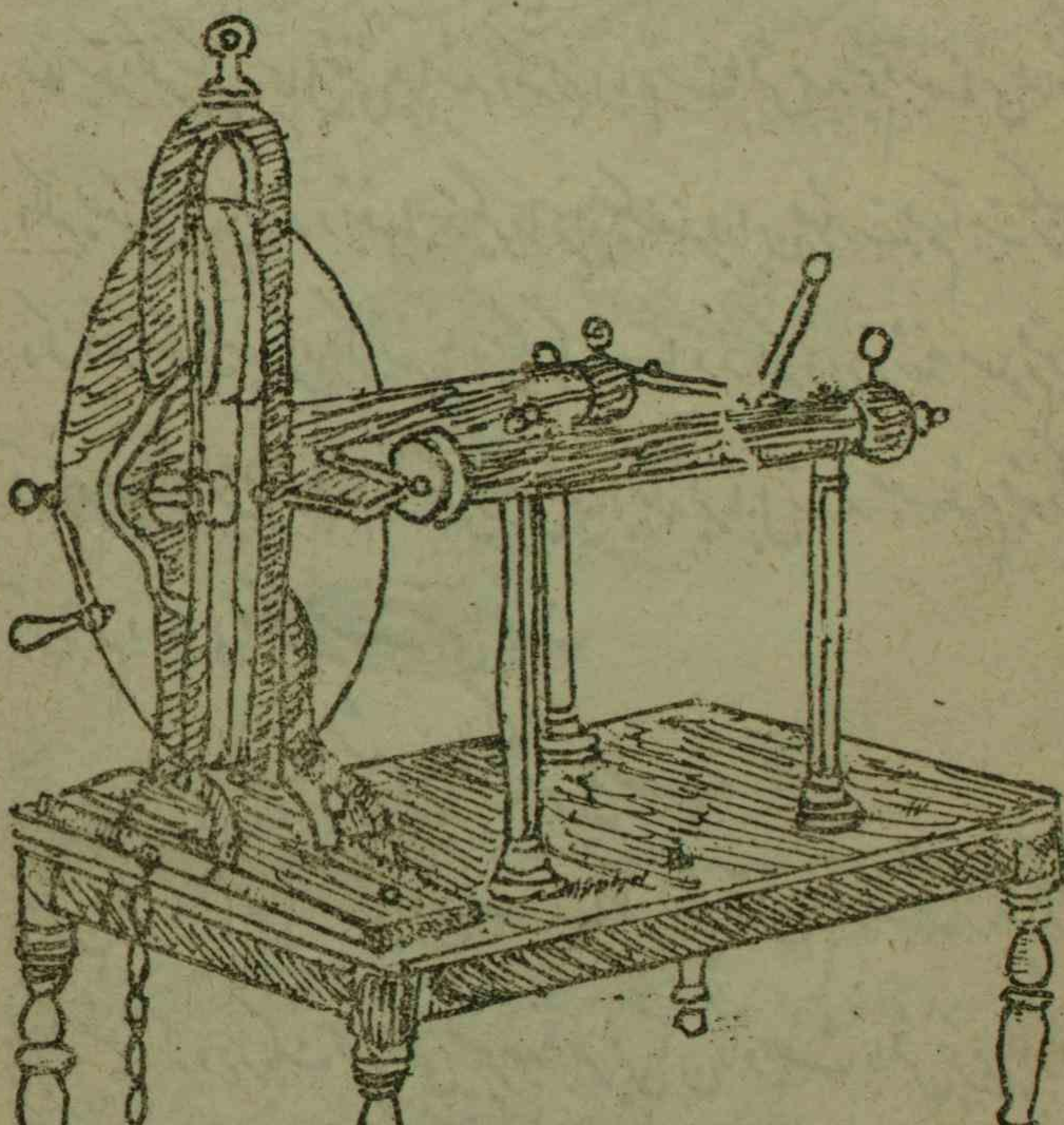
توسط الکترسکپ نوع الکتریسیته هر جسم را هم را میتوان معلوم کرد باین طریق که ابتدا
هنگامیکه الکترسکپ بحال خنثی میباشد دکمهٔ آنرا با پوست ماش میدهیم تیغه های طلا دارای
الکتریسیته مثبت میشوند و تیغه ها همدیگر را دفع میکنند دراین صورت جسم را آهسته نزدیک
دکمهٔ الکترسکپ میبریم اگر تیغه ها از یکدیگر دورماندند بلکه دورتر شدند معلوم میشود
آن جسم هم الکتریسیته مثبت دارد اگر برعکس تیغه ها بیکدیگر مایل شدند معلوم میشود که
آن جسم دارای الکتریسیته منفی است

(ماشین الکتریک)

ماشین الکتریک آلتی است برای احداث الکتریسیته و آن عبارتست از یک قرص
بزرگ شیشه که دور یک محور افقی میچرخد و طرفین آن دو جفت بالش چرمی یا ابریشمی
بطور عمودی هست و قرص شیشه در حین چرخیدن با آن بالشها سائیده میشود اتصال
بالشها بیکدیگر بواسطه پایه های فلزی است و آن پایه ها منتهی بزنجیری میشود که بزمین
مربوط است در مقابل قرص شیشه دو استوانه مس است که بر روی پایه های شیشه قرار
گرفته است و سر استوانه ها که طرف قرص شیشه واقع است منتهی میشود بدو میله مخنی

که بر قرص شیشه احاطه میکند و آن میله ها دارای دندانه هائی هستند شبیه بشانه

و مجاور قرص میباشند و دو سر استوانه ها بواسطه یک میله بهم متصل است (س ۱۱۳)



(س ۱۱۴)

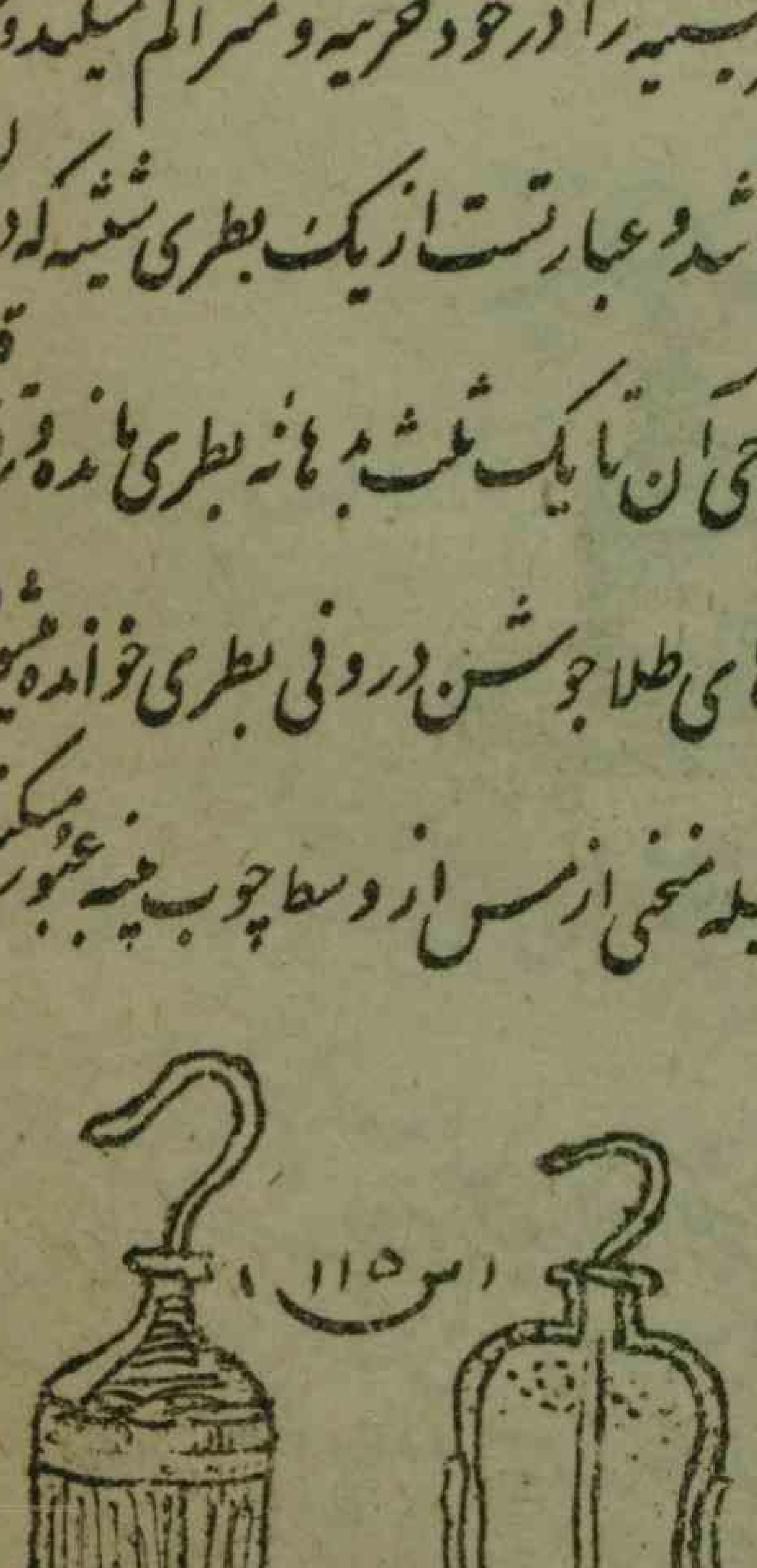
هرگاه قرص شیشه را بچرخانند بواسطه اصطکاک با بالشها دارای الکتریسیته مثبت میشود

و بالشها چون بواسطه زنجیر متصل بزمین میباشند دارای الکتریسیته نمیشوند قرص شیشه

مجاورت با دندانه ها و میله اسطوانه ها آنها را دارای الکتریسیته میکند و بنابر قاعده
که سابق گفته ایم الکتریسیته آنها منفی است و دو سر اسطوانه ها که از قرص شیشه دور است
دارای الکتریسیته مثبت است پس باین طریق بواسطه ماشین الکتریک میتوان
احداث الکتریسیته نمود

(خازن الکتریسیته و بطری لید)

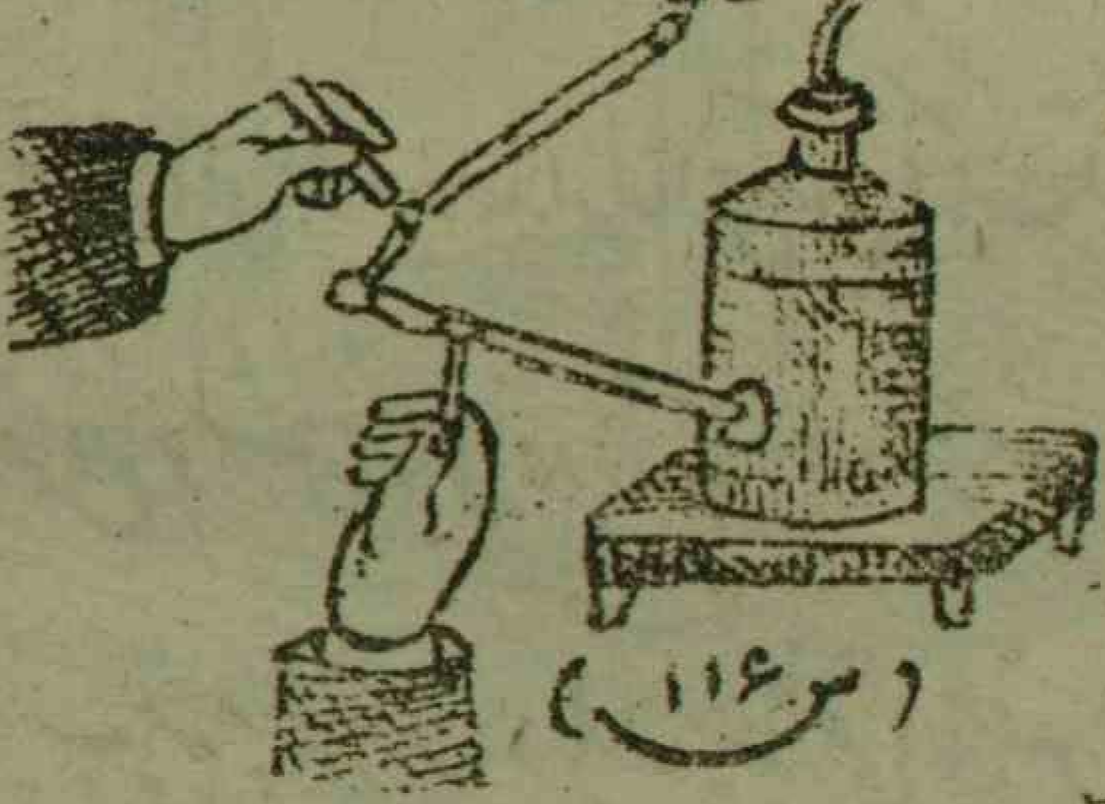
خازن الکتریسیته آلتی است که قوه الکتریسیته را در خود خزینه و متراکم میکند و آن
چند قسمت متداول تر از همه بطری لید میباشد و عبارتست از یک بطری شیشه که درون
آن پر است از ورقه های طلا و به جدار خارجی آن تا یک ثلث به دهانه بطری مانده ورقه قلع
چسبانیده اند ورقه قلع جوشن بیرونی و ورقه های طلا جوشن درونی بطری خوانده میشود دهانه
بطری با یک چوب پنبه بسته شده و یک میله منحنی از مس از وسط چوب پنبه عبور میکند



(س ۱۱۵)

بیرون بطری سر میله مزبور منتهی میشود به یک
دکمه و درون بطری میله مجاور با ورقه های
طلا است (س ۱۱۵) هرگاه بخواهند بطری لید را
پر از الکتریسیته کنند جوشن بیرونی بطری را

بزمین متصّل میکنند و برای این مقصود کافی است که آنرا بدست بگیرند و جوشن درونی را بیک سرچشمه الکتریسیته متصّل میسازند مثلاً دکمه میله را بماشین الکتریک میچسبانند در اینصورت جوشن درونی یعنی ورقه های طلا و میله پراز الکتریسیته مثبت میشود و این الکتریسیته بواسطه مجاورت جوشن برونی یعنی ورقهٔ قلع را دارای الکتریسیته منفی مینماید و مقدار الکتریسیته که در بطری لید جمع میشود خیلی زیاد است



(ص ۱۱۶)

هرگاه بخواهند بطری لید را از الکتریسیته خالی کنند کافی است که جوشن درونی و برونی را بیکدیگر متصّل سازند پس اگر جوشن برونی را بدست بگیرند و دست دیگر را بدکمه میله نزدیک کنند چون بدن انسان هادی الکتریسیته است این مقصود حاصل میشود و دو الکتریسیته باهم ترکیب شده بطری تخلیه میشود امّا چون مقدار الکتریسیته بطری زیاد است بدن انسان

صدمه میزند بلکه اگر بطری بزرگ باشد ممکن است هلاک کند بنابراین اتصال جوشن درونی و بیرونی را بتوسط قوسی از فلز انجام میدهند که واسطهٔ اتصال گردد و بدن ما از صدمه محفوظ بدارد (ش ۱۱۶)

بطری لید هرچه بزرگتر باشد مقدار الکتریسیته که خزینه میکند بیشتر است و هرگاه بخواهند مقدار الکتریسیته خیلی زیاد باشد چند بطری میگیرند و جوشنهای درونی و بیرونی آنها را باهم متصل میکنند

آثار تخلیه الکتریسته

از تخلیه الکتریسیته یعنی از ترکیب دو الکتریسیته باهم آثار مختلف بروز میکند که اجمالاً از این قرار است

اولاً ترکیب دو الکتریسیته احداث نور میکند و این امر بتجربه میرسد در صورتیکه دو جسم که دارای الکتریسیته مختلف باشند بهم نزدیک کنند پس دیده میشود که بین آنها برق میزند و هرچه مقدار الکتریسیتهٔ آن دو جسم بیشتر باشد برق شدیدتر خواهد بود و هرقدر فاصلهٔ بین آن دو جسم بیشتر شود روشنائی برق باریکتر است بلکه اگر فاصله زیاد شود روشنائی برق پاریچ خواهد بود و در همان زمان که برق ظاهر میشود صوتی هم حادث میگردد

نزدیک کردن انگشت یا هر قسم هادی الکتریسیته به ماشین الکتریک یا بطری لیدهمین

خاصیت را ظاهر میسازد

ثانیاً تخلیه الکتریسیته تولید حرارت میکند چنانکه اگر جسم قابل اشتعالی از قبیل الکل

یا باروط در محل تخلیه الکتریسیته قرار دهند بطوریکه در وقت تخلیه الکتریسیته از آن جسم

عبور کند آن را مشتعل میسازد و اگر مفتولی را در محل تخلیه قرار دهند چنان حرارت

میاید که سرخ میشود بلکه ممکن است ذوب شود

ثالثاً تخلیه الکتریسیته کار جر ثقیل انجام میدهد چنانکه اگر ورقه از مقوا یا شیشه در

محل تخلیه قرار دهند سوراخ میشود و می شکند

رابعاً آثار شیمیائی انجام میدهد یعنی باعث تجزیه و ترکیب اجسام میشود چنانکه

هرگاه اکسیژن و هیدرژن را باهم مخلوط کنند همینکه برق الکتریسیته در آن زد

باهم ترکیب شده آب تولید میکنند

خامساً تخلیه الکتریسیته در بدن انسان و حیوان تأثیر میکند یعنی بدن را تکان

میدهد و اعصاب را تحریک میکند و عضلات را منقبض میسازد و اگر تخلیه شدید باشد

باعث هلاکت میشود

الکتریسیتهٔ جوّ

رعد و برقی که گاهی از اوقات در هوا دیده میشود نتیجه الکتریسیته است باینمعنی که هرگاه

بواسطه کیفیات حرارت هوا یا حرکت خود آنها دارای الکتریسیته شوند بواسطه نزدیک

شدن دو ابر دارای الکتریسیته بیکدیگر نزدیک شدن یک ابر دارای الکتریسیته بزمین

بین آن دو ابر یا ابر و زمین تخلیهٔ الکتریسیته واقع میشود و احداث برق میگردد چون

تخلیهٔ الکتریسیته هوا را متزلزل میسازد صوتی هم حادث میشود و آن رعد است

این رعد و برق عیناً همان روشنائی و صوتیست که در تخلیهٔ الکتریسیته در موارد

سابق الذکر با ماشین الکتریک و بطری لید و غیرها مذکور داشتیم الا اینکه در این مورد

خیلی شدید است

تخلیهٔ الکتریسیتهٔ هوا هم همان آثار مختلفه را که مذکور داشتیم ظاهر میسازد چنانکه برق

بجسمی بزند آنرا میسوزاند یا ذوب میکند یا متبرکاند و اگر ببدن رسد تکان میدهد

یا مفلوج یا بیهوش میکند و غالباً میکشد

برقی که مابین ابر و زمین تولید شود و تأثیراتی از آن قبیل که مذکور شد بنماید صاعقه

گویند و صاعقه غالباً بنقاط مرتفع میزند از قبیل سر درختها و عمارات مرتفع و باد

در موقع رعد و برق نزدیک شدن باشجار و اماکن بلند خطرناک است همچنین داشتن

اجسام و آلات فلزی ممکن است صاعقه را متوجه شخص نماید زیرا که فلزات هادی

الکتریسیته میباشند

فرانکلن امریکائی برای محفوظ داشتن عمارات از صدمه صاعقه آلتی اختراع کرده است

که آنرا برق گیر گویند و عبارتست از یک میله آهن مستقیم بطول پنج الی ده ذرع

که بالای عمارت بطور عمودی نصب میکنند و در طرف فوقانی منتهی میشود باسطوانه از مس

که نوک آن تیز است و طرف تحتانی آن متصل میشود بزنجیر یا مفتولی از مس که بزمین رسیده

در آن فرو میرود هرگاه ابری دارای الکتریسیته بالای عمارت آید برق گیر بواسطه

مجاورت ابر دارای الکتریسیته مخالف آن میشود و چون میله برق گیر نوک تیز است

الکتریسیته از آن خارج شده با الکتریسیته ابر ترکیب میشود و آنرا خنثی میکند و اگر صاعقه

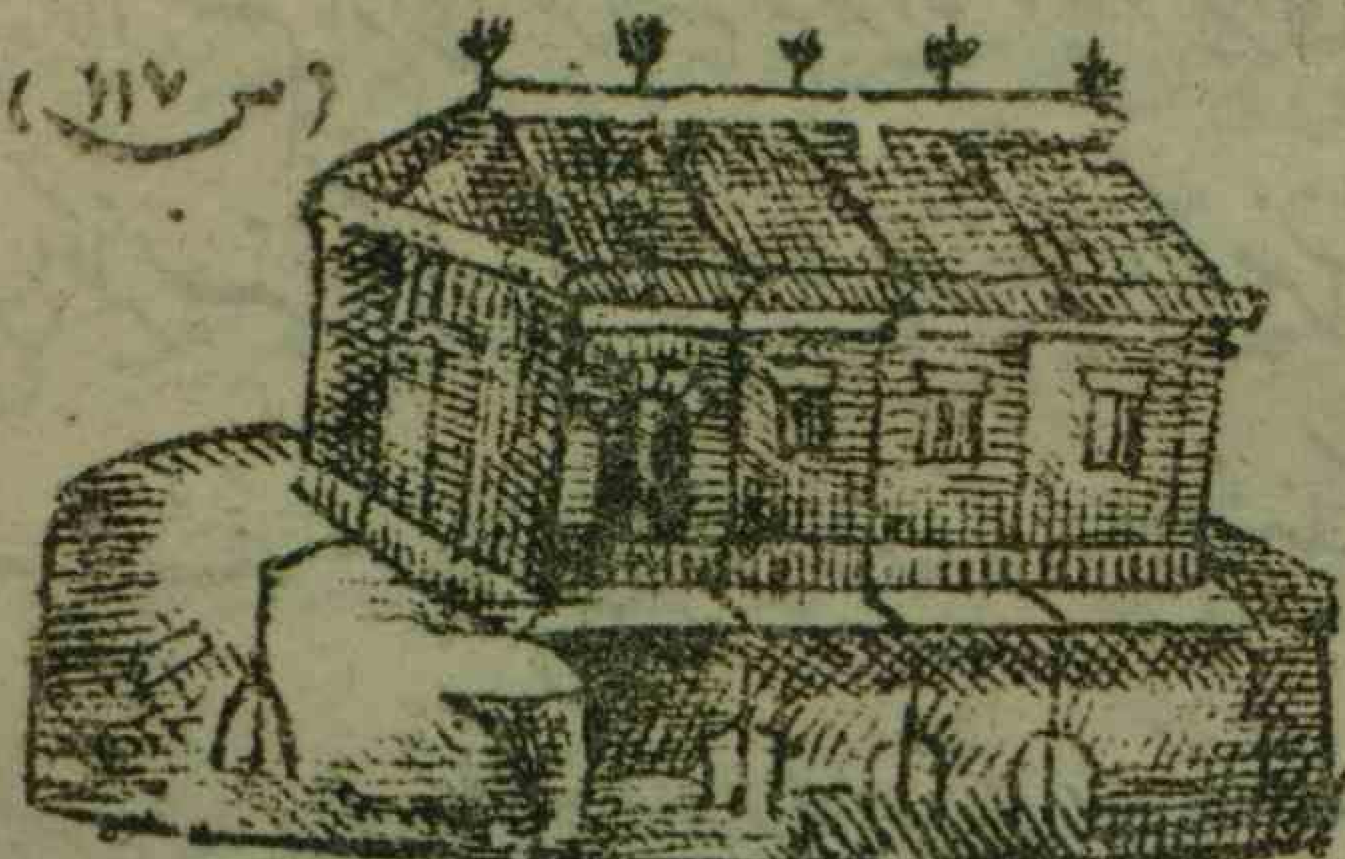
نازل شود بمیله برق گیر میرسد و بواسطه آن بزمین فرو میرود و عمارت محفوظ میماند

قوه حافظه برق گیر تا مسافتی معادل دو برابر طول میله آن مؤثر است یعنی

اگر میله ده ذرع باشد تا بیست ذرع اطراف خود را حفظ میکند و اگر عمارت بزرگ

و وسیع باشد برق گیرهای متعدد لازم دارد که فاصله آنها از یکدیگر زیاده از چهل

برابر طول آنها باشد (س ۱۱۷)



(س ۱۱۷)

فصل دوم

الکتریسیته جاری

(جریان الکتریسیته)

سابقاً گفته ایم الکتریسیته بر دو قسم است مثبت و منفی و خواص آنها را هم ذکر کرده ایم

اینک باید توضیح کنیم که در حقیقت الکتریسیته دو قسم نیست بلکه قوه الکتریسیه یکی است

الا اینکه این قوه در اجسام مدرجات مختلفه موجود میشود و میزان آن یکسان نیست و بنظیر

که اگر دو ظرف آب بهم مربوط باشند و در آن دو ظرف میزان آب بیک سطح نباشد

آب از ظرفی که میزانش بالاتر است بجانب ظرفی که میزانش پست‌تر است جاری میگردد

، همچنین هرگاه دو جسم دارای الکتریسیته بهم مربوط شوند و میزان الکتریسیته یکی از آنها بالاتر از میزان الکتریسیته دیگری باشد قوهٔ الکتریسیته از جسمی که میزانش بالاتر است بطرف جسمیکه میزانش پست تر است جاری میشود چنانکه اگر دو جسم باشند که بدرجات مختلفه حرارت داشته باشند حرارت از جسم گرم تر بجانب جسم سردتر متوجه میشود تا اینکه هردو بیکدرجه حرارت برسند

نیز سابق گفته ایم که هرگاه بخواهند بفهمند جسمی دارای الکتریسیته هست یا نیست بمیطلبرا بواسطهٔ آلت موسوم به الکتریسکپ معلوم میکنند یعنی آن جسم را متصل بدکمه الکتریسکپ مینمایند اگر تیغه های طلا از یکدیگر جدا شد دلالت بر وجود الکتریسیته میکند و الا فلا

حال اگر دکمه الکتریسکپ را بزمین متصل کنیم می بینیم تیغه های طلا هیچ از یکدیگر جدا نمیشوند بنابراین گوئیم میزان الکتریسیته زمین صفر است همچنین هرجسمی را که به الکتریسکپ متصل کنند و در تیغه های طلا اثر نکند میگویند میزان الکتریسیته آن جسم صفر است یا بعبارهٔ اخری بحال خنثی میباشد

اگر جسمی را به الکتریسکپ متصل کنند و تیغه های طلا از هم جدا شوند گوئیم میزان الکتریسیته آن جسم با میزان الکتریسیته زمین متفاوتست و این تفاوت یا بزیاده است یا بنقصان اگر

بزیاده باشد یعنی میزان الکتریسیته جسم بالاتر از میزان الکتریسیته زمین باشد گوئیم جسم دارای
الکتریسیته مثبت است و اگر بعکس باشد گوئیم جسم دارای الکتریسیته منفی است ولی باید
دانست که الکتریسیته مثبت و منفی دو قوه متفاوت نیستند بلکه یک قوه است با میزان مختلف

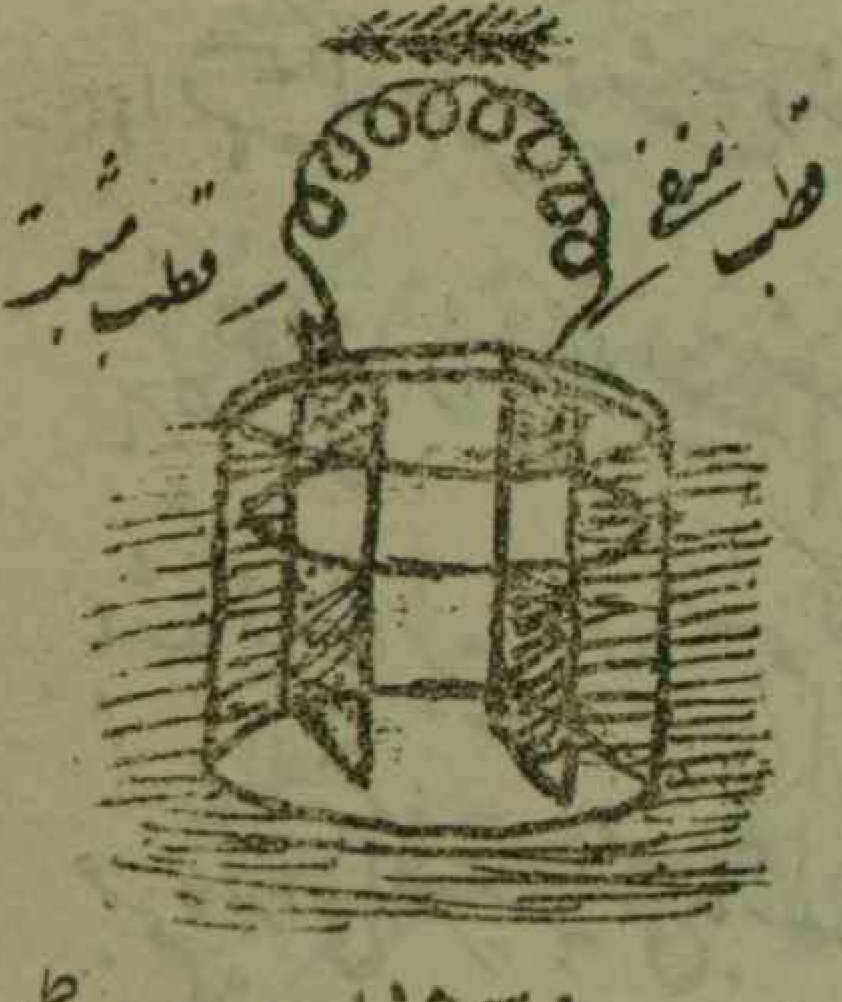
هرگاه جسمی دارای الکتریسیته مثبت باشد یعنی میزان آن بالاتر از میزان الکتریسیته زمین
باشد اگر آنرا بزمین مربوط کنیم الکتریسیته از آن جسم بجانب زمین متوجه و جاری میگردد و اگر
جسم دارای الکتریسیته منفی باشد الکتریسیته از زمین بجانب جسم جریان مینماید.

و اگر دو جسمی را که دارای الکتریسیته باشند بهم مربوط کنیم هرگاه میزان الکتریسیته آنها یکسان
باشد هیچ اثری ظاهر نمیشود اما اگر میزان آنها متفاوت باشد الکتریسیته از جسمی که میزانش بالا
تر است بجانب جسمی که میزانش پست تر است جاری میگردد و جریان الکتریسیته تولید میشود

پیل الکتریسیته

پیل آلتی است که در آن تولید الکتریسیته جاری میشود و این بسبب فعل و انفعال شیمیائیست
باینمعنی که هروقت مایعی بر فلزی تأثیر شیمیائی میکند میزان الکتریسیته بین فلز و مایع متفاوت
شده باینجهت جریان الکتریسیته حادث میگردد و آلتی که محل وقوع این امر میشود پیل نامند
و اقسام پیل بسیار است ولی صورت ساده آن از اینقرار میباشد

ظرفی از شیشه را پر میکنند از جوهر گوگرد (اسید سولفوریک) رقیق یعنی مخلوط با آب
و دو تیغه یکی از مس و دیگری از روی در آن فرو میبرند (س ۱۱۸) جوهر گوگرد



(س ۱۱۸)

بر تیغه های مزبوره تأثیر شیمیائی کرده میزان
الکتریسیته روی پائین و میزان الکتریسیته مس
بالا میرود یا بعبارة اخری الکتریسیته
مثبت طرف مس و الکتریسیته منفی طرف
روی قرار میگیرد و بنابراین هرگاه دو تیغه مزبوره را بواسطه مفتولی از مس بهم مربوط
کنند جریان دائمی الکتریسیته از تیغه مس بجانب تیغه روی برقرار میشود و دوام آن
تا وقتی است که جوهر گوگرد از اثر نیفتاده است

در پیل مزبور تیغه مس که میزان الکتریسیته آن بالا است قطب مثبت نامیده میشود و تیغه
روی را قطب منفی خوانند در مفتول اتصال قطبین جریان الکتریسیته از قطب مثبت
بجانب قطب منفی واقع میشود و در درون پیل یعنی درون مایع جریان از قطب
منفی بجانب قطب مثبت است و بنابراین در مجموع پیل الکتریسته کاملا دور میزند
شرحیکه بیان کردیم صورت ساده فرضی پیل بود و در عمل مفصلتر میباشند

بواسطهٔ اینکه از فعل و انفعال مایع بر تیغه های روی و مس و از جریان الکتریسیه در مایع
موادی تولید میشود که پیل را فاسد میکند و بنابراین لازم است چیزهائی در پیل قرار دهند که
مصلح فساد پیل باشد مثلاً یکی از اقسام پیل که برای حوائج خانگی زیاد بکار میبرند آنست که پیل
لکلانشه (ش ۱۱۹) میخوانند و آن عبارتست از
یکظرف شیشه که دارای محلول نشادر
میباشد و میله از روی ملغمه شده یعنی
ممزوج با زیبق در آن داخل کرده اند و همچنین
تیغه از زغال که مجاور با منغنیا میباشد در نشادر

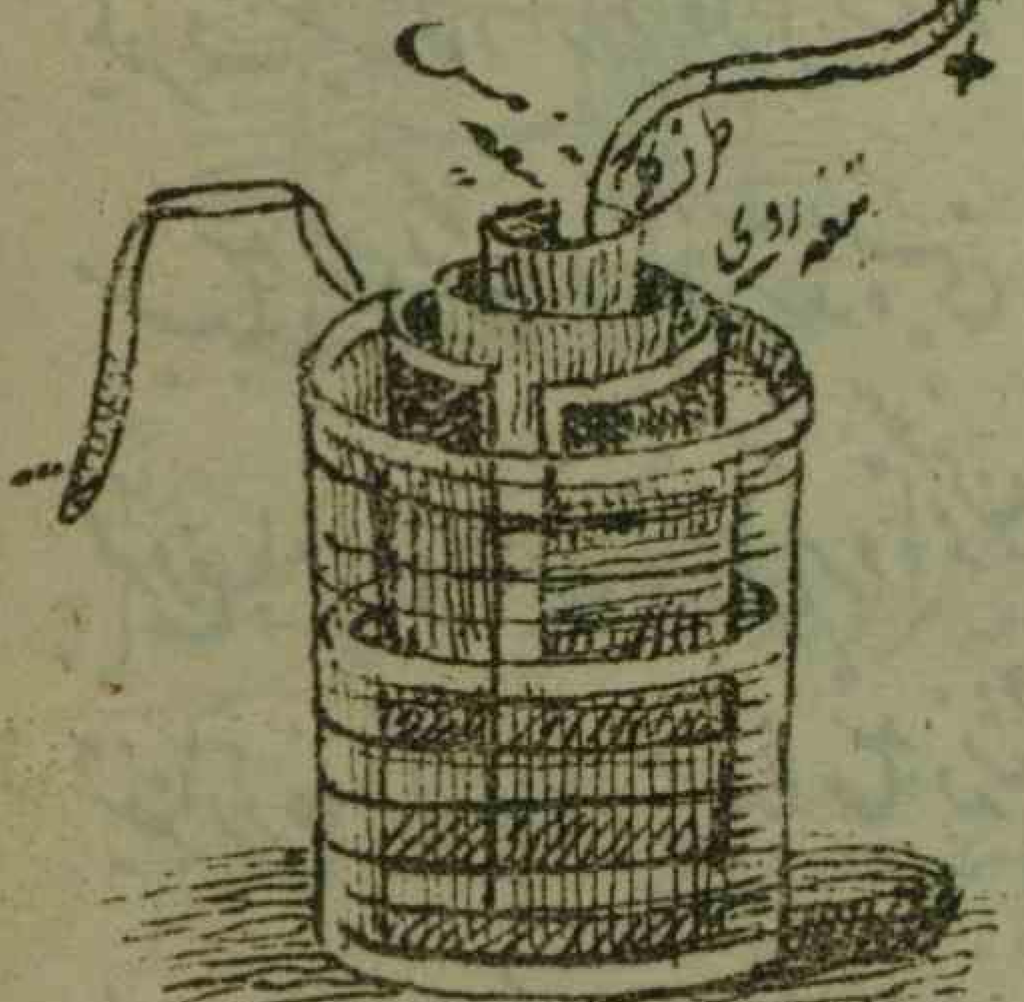


(ش ۱۲۶)

فرو برده اند میله روی قطب منفی پیل است و تیغه زغال قطب مثبت و قطبین مزبور بواسطه
مفتولی از مس بیکدیگر متصل میباشد و امتزاج روی با زیبق و اضافه کردن منغنیا برای اصلاح
فسادی است که در پیل واقع میشود

بعضی اقسام پیل است که بجهت اصلاح فساد آنها مایع بکار میبرند و بنابراین پیل دارای
دو مایع میباشد یکی از بهترین اقسام پیلها که در تلگرافخانه ها شایع است پیل دانیل است
و تفصیل آن ازین قرار که در ظرفی از شیشه جوهر گوگرد رقیق میریزند و تیغه از روی را

می پیچند تا منحنی شود و در ظرف میگذارند و مقصود از پیچاندن تیغه آنست که سطح زیاد
داشته باشد در درون آن تیغه ظرفی از گل متخلل گذاشته و در آن محلولی از کات کبود
(سولفات دوکویو) میریزند و تیغه از مس در آن فرو میبرند در این حال تیغه مس قطب مثبت
و تیغه روی قطب منفی را تشکیل میدهد و هرگاه این دو قطب را بواسطه مفتولی بهم متصل کنند
جریان الکتریسیته واقع میشود (س ۱۲۰)



(س ۱۲۰)

هرگاه بخواهند قوت جریان الکتریسیته را
زیاد کنند چند دستگاه پیل را بهم مربوط
میکنند بطریقی که قطب مثبت یکی را
بقطب منفی دیگری وصل مینمایند و هرچه
عده دستگاهها زیادتر باشد قوت جریان بیشتر خواهد بود

آثار جریان الکتریسیته

جریان الکتریسیته مانند تخلیه الکتریسیته که سابقاً مذکور داشته ایم آثار متنوعه دارد
مثلاً تاثیر جریان الکتریسیته در بدن انسان اینست که بدن را تکان میدهد و عضلات را منقبض
مینماید و همین خاصیت است که بعضی اوقات اطبا آنرا برای تحریک و تقویت عضلات و اعصاب

بکار میبرند چرخ الماس که در این مواقع معمول است همان پیل الکتریسیته میباشد

آثار شیمیائی جریان الکتریسیته عبارت از اینست که اجسام مرکب را تجزیه میکند

و اول جسمی که بواسطه جریان الکتریسیته تجزیه کرده اند آبست باینطریق که دو سرپوش

بلور را پر از آب کرده در قدحی پر از آب سرازیر کرده و هر یک از قطبین پیل الکتریسیته را تا



(ش ۱۲۱)

داخل یکی از سرپوشها برده همینکه جریان

الکتریسیته واقع شد دیدند بالای یکی از سرپوشها

پر از بخار ئیدرژن شده و دیگری پر از

بخار اکسیژن و ضمناً مشاهده شد که

حجم بخار ئیدرژن دو برابر حجم بخار اکسیژن است و مسلم شد که آب مرکبست از اکسیژن

و ئیدرژن و نسبت حجم این دو بخار بهم بدست آمد (ش ۱۲۱)

برای اینکه جسم مایعی بتوسط جریان الکتریسیته تجزیه شود لازم است که مایع هادی

باشد والا جریان بی اثر میماند آب خالص و الکل و روغن عایق الکتریسیته و اسیدها

و املاح محلول هادی الکتریسیته میباشند و بهمین جهت وقتیکه میخواهند آب را بتوسط

الکتریسیته تجزیه کنند آنرا فی الجمله با اسید مخلوط مینمایند

آثار فیزیکی جریان الکتریستیه عبارت است از احداث حرارت و نور و قوه مغناطیس و القاء جریان الکتریک

احداث حرارت و نور بتوسط جریان الکتریستیه باین طریق است که هرگاه جریان الکتریستیه در مفتولی از فلز یا زغال عبور کند آنرا گرم مینماید بلکه اگر مفتول زیاد بلند و قطور نباشد ممکن است ذوب شود هرچه مفتول بیشتر عایق الکتریستیه باشد بیشتر گرم میشود علاوه بر گرم شدن سرخ و نورانی هم میشود و همین خاصیت است که در ساختن چراغ برق بکار میبرند کیفیت چراغ برق و سایر خواص الکتریستیه را در فصول آتیه بالاختصاص ذکر خواهیم کرد

(ممانعت اجزاء پیل نسبت بجریان الکتریستیه)

چون هر جسمی بالطبع یک اندازه عایق الکتریستیه است لهذا اجزاء مختلفه پیل نسبت بجریان الکتریستیه هر کدام یک اندازه ممانعت دارند و این ممانعت دو قسمت بیرونی و درونی

ممانعت درونی ممانعتی است که اجزاء و مواد پیل از قبیل مایعات و فلزات و غیرها دارند و بطور اجمال معلوم شده که سطح پیل هرچه زیادتر و اجسام آن هم نزدیکتر باشند ممانعت آن کمتر است

ممانعت بیرونی ممانعتی است که مفتول بین قطبین نسبت بجریان الکتریسیته دارد و از تجربه ثابت
که ممانعت مفتول به نسبت طول آن و به نسبت معکوس سطح مقطع آن میباشد یعنی مفتول
هرچه بلندتر باشد ممانعتش بیشتر و هرچه قطورتر باشد ممانعتش کمتر است

جنس ماده مفتول هم در ممانعت آن مدخلیت دارد مفتول نقره ممانعتش از تمام مفتولها
کمتر است بعد از آن مفتول مس و طلا است زغال ممانعتش خیلی زیاد است مایعات کلیة از فلزات خیلی بیشتر ممانعت دارند

مقدار ممانعت اجسام را نسبت بجریان الکتریسیته در تحت میزان درآورده واحدی
برای آن معین کرده اند و آن ممانعت ستونیست از زیبق که صد و شش سانتی متر طول و (تقریبا یک مربع
و یک میلیمتر مربع قطر و صفر درجه حرارت داشته باشد و اینمقدار ممانعت را اهم (Ohm) میخوانند

برای اینکه جریان الکتریسیته بتواند بر ممانعت مفتول غلبه کند لازم است که تفاوت میزان
الکتریسیته قطبین آن زیاد باشد و این تفاوت میزان را قوه محرکه الکتریک گویند پس مسلمست
که هرچه قوه محرکه پیل (یعنی تفاوت میزان بین قطبین) زیادتر و ممانعت مفتول آن کمتر
باشد شدت جریان الکتریسیته در پیل زیادتر خواهد بود

در مقام اندازه گرفتن قوه محرکه پیلها واحدی که اختیار کرده اند قوه محرکه یکدستگاه
پیل دانیل است که قوه محرکه سایر پیلها را با آن می سنجند و آن مقدار را ولت (Volt) مینامند

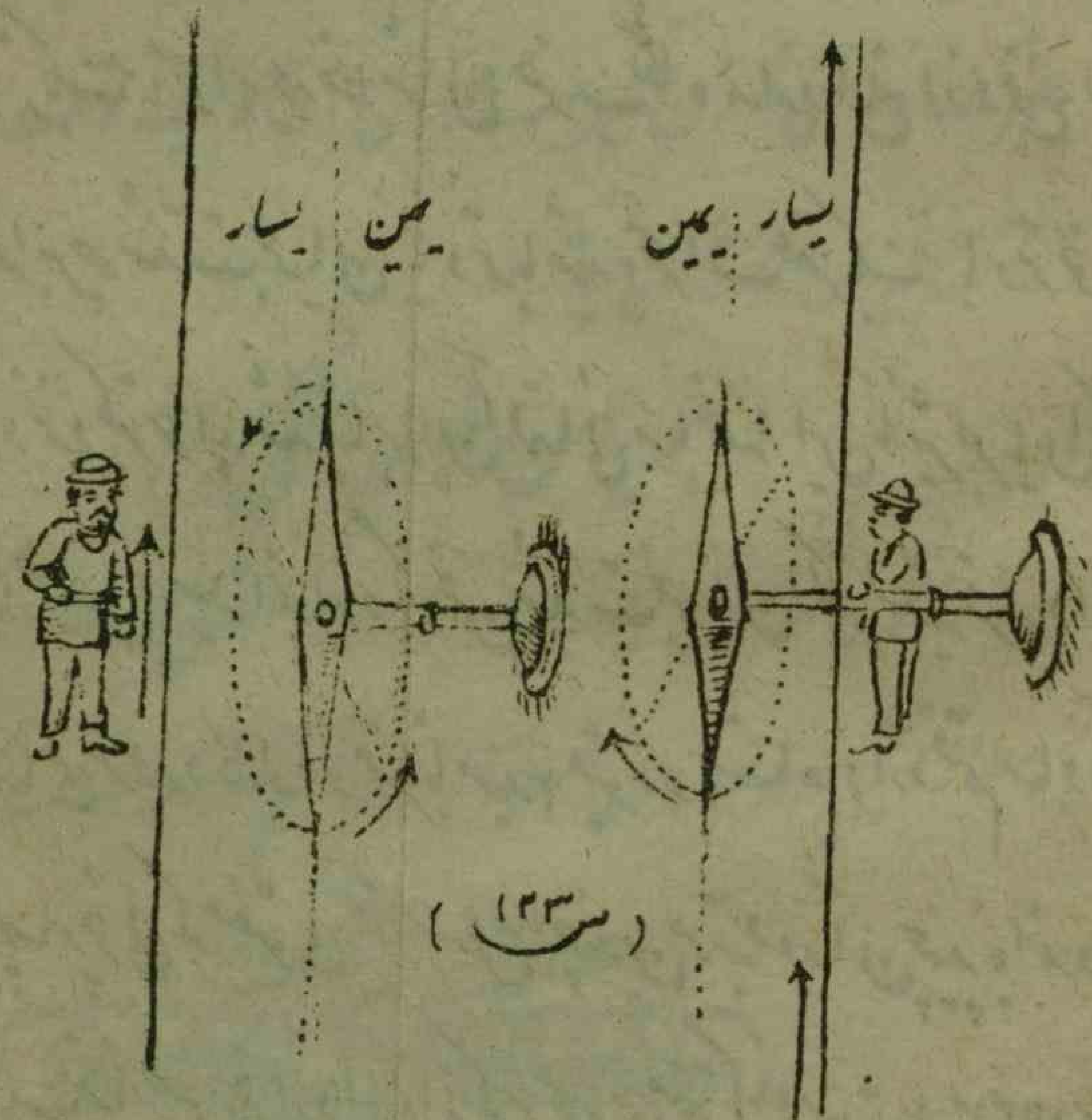
هرگاه قوه محرکهٔ پیل یک ولت و ممانعت مفتولش یک اُهم باشد شدت جریان الکتریسیته بمقدار معینی خواهد بود که آنرا واحد شدت جریان قرار داده اند و امپر (Ampere) خوانند

فصل سوم
آثار جریان الکتریسیته بر یکدیگر و بر مغناطیس

جریانهای الکتریسیته بر یکدیگر و بر مغناطیس تأثیراتی دارند که نتایج مهمه از آن حاصل میشود آثار جریانها بر یکدیگر اینست که هرگاه دو مفتول نزدیک یکدیگر باشد که الکتریسیته در آنها جاری باشد اگر این دو جریان یکجهت داشته باشد مفتولها همدیگر را جذب میکنند و اگر در جهت مخالف باشند یکدیگر را دفع مینمایند

اما تأثیر جریان الکتریسیته بر مغناطیس عبارتست از اینکه هرگاه در نزدیکی عقربک مغناطیس جریان الکتریسیته عبور کند عقربک را منحرف مینماید بطوریکه عقربک ساعی میشود که نسبت بجریان الکتریسیته حال عمود اختیار کند یعنی زاویه قائمه تشکیل دهد و این امر هم در تحت قانونی است که آمپر حکیم فرانسوی بیان نموده و گفته است قطب شمال عقربک مغناطیس همیشه بجانب یسار جریان الکتریسیته منحرف میشود

اما تعیین یسار جریان باین طریق میشود که فرض میکنند یکنفر آدم در درون جریان الکتریسیتیه خوابیده باشد روی او بطرف عقربک مغناطیس باشد جریان الکتریسیته از پای او داخل شده از سرش بیرون رود در این صورت دست چپ آن آدم جانب یسار جریان محسوب خواهد بود (س ۱۲۳) بنابراین هرگاه عقربک مغناطیس



(س ۱۲۳)

بحال طبیعی خود ایستاده یعنی در خط شمال و جنوب واقع باشد جریان الکتریسیته در فوق عقربک از شمال بجنوب واقع شود فوراً قطب شمال عقربک یعنی آن سری که بجانب شمال است بجانب مشرق منحرف میشود و اگر جریان مزبور از جنوب بشمال بود قطب شمال عقربک بجانب

مغرب منحرف میگردد و هرگاه در موارد مذکوره جریان الکتریسیته از زیر عقربک میگذرد

عکس آنچه مذکور داشتیم واقع میگردد

جریان الکتریسیته مایل است که عقربک مغناطیس را بقدری انحراف دهد که در

نسبت بجریان زاویه قائمه احداث نماید امّا اثر مغناطیس کرهٔ زمین که همواره

عقربک را میخواهد در خط شمال و جنوب نگاه بدارد مانع از وقوع این امر است

لهذا هرچه شدّت جریان زیادتر باشد انحراف عقربک زیادتر خواهد بود و بخط

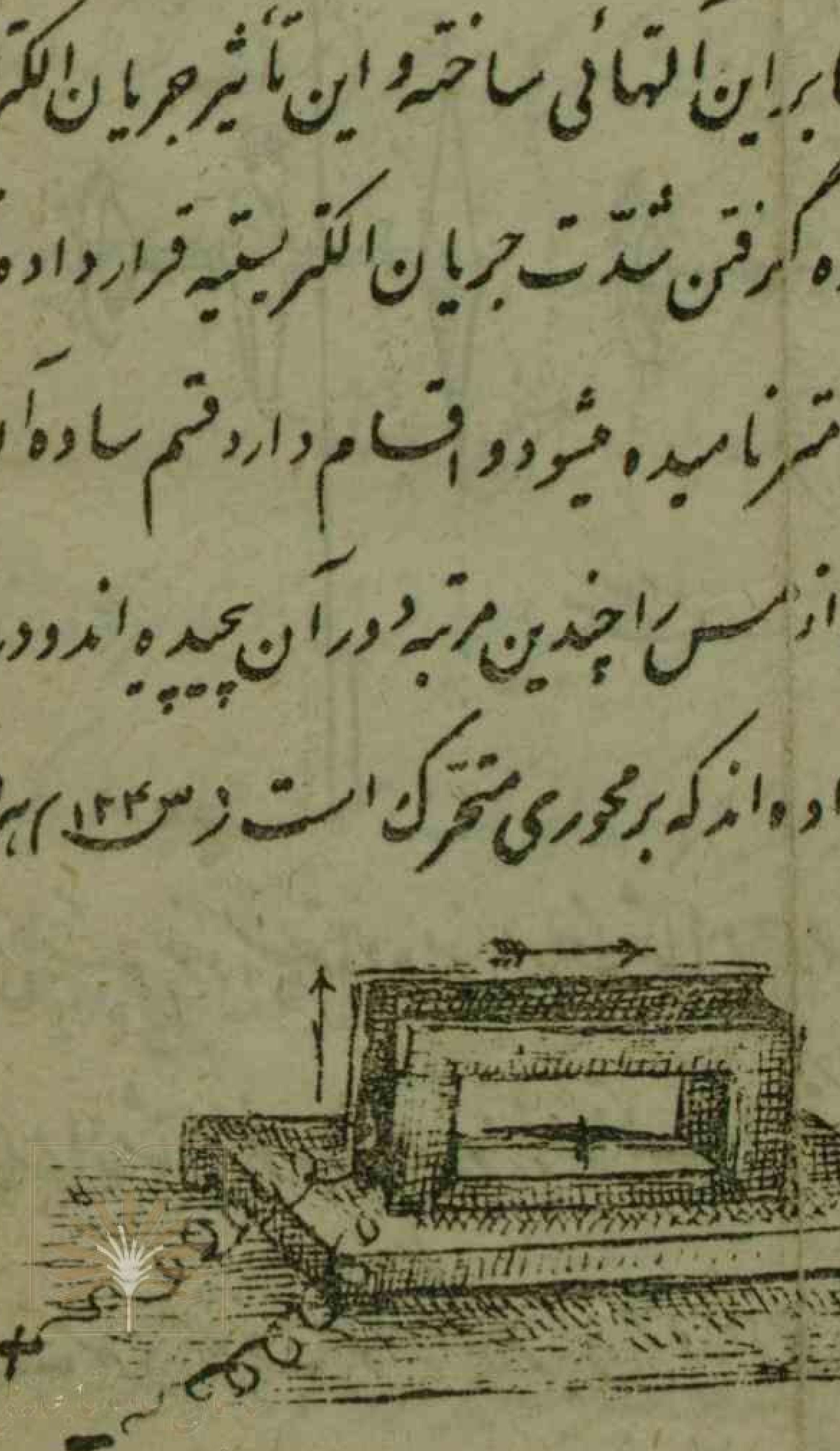
عمود نزدیکتر خواهد شد بنابراین آلتهائی ساخته و این تأثیر جریان الکتریسیته را بر

مغناطیس وسیله اندازه گرفتن شدّت جریان الکتریسیته قرار داده اند

آلتهای مزبوره گالوانومتر نامیده میشود و اقسام دارد قسم ساده آن عبارتست

از چهار چوبی که مفتولی از مس را چندین مرتبه در آن پیچیده اند و در وسط آن

عقربک مغناطیس قرار داده اند که بر محوری متحرک است (ش ۱۲۴) هر وقت میخواهند



(ش ۱۲۴)

جریان الکتریسیته را معین کنند چهارچوبه را بطریقی قرار میدهند که عقربک در خط شمال و جنوب باشد و مفتولهای مس هم با آن موازی باشد آنگاه مفتول را بین قطبین پیل که قوت آنرا میخواهند معلوم کنند متصل نمایند عقربک در تحت اثر جریان الکتریسیته منحرف میشود و علاوه بر شدت جریان جهت آن نیز معلوم میگردد یعنی جهت انحراف عقربک از روی قانون آمپر جهت جریان را ظاهر میکند و مقدار انحراف عقربک شدت جریان را نشان میدهد

جریان لوله شکل

هرگاه مفتولی از مس را چندین مرتبه دور خودش پیچیده حلقه کنند بطوریکه یک لوله یا استوانه تشکیل دهد بعد همان مفتول را بخط مستقیم از زیر حلقات بگذرانند (س ۱۲۵)

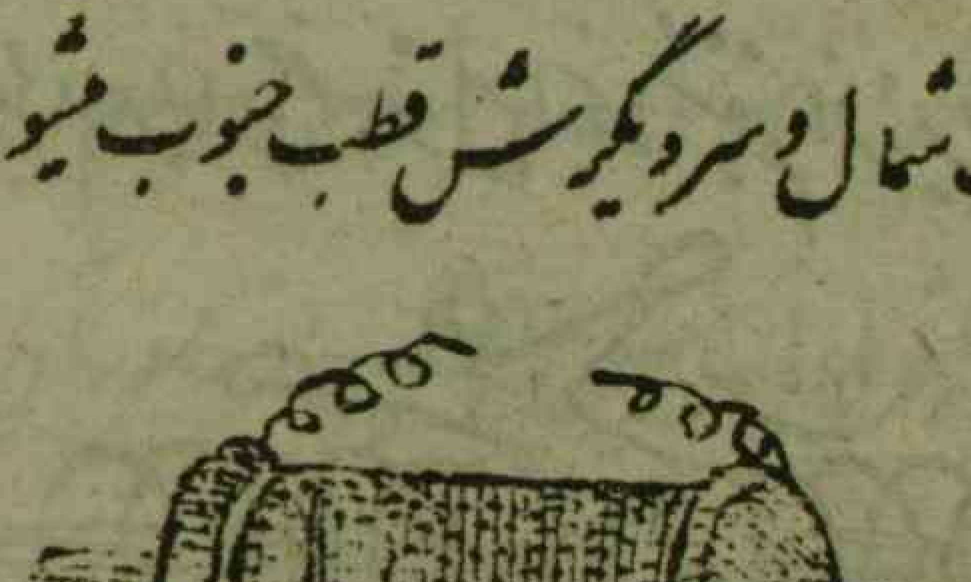


و جریان الکتریسیته در این مفتول لوله شکل عبور دهند مفتول مزبور دارای جمیع خواص یکقطعه مغناطیس خواهد بود یعنی مثل عقربک مغناطیس امتداد شمال و جنوب را اختیار میکند و نسبت بمغناطیس یا مفتول لوله شکل دیگر همان جاذبه و دافعه مغناطیس را ظاهر

میسازد خاصیت آهن ربائی هم دارد ونسبت بجریان الکتریسیته هم همان خاصیت مغناطیس را که در تحت قانون آمپر مذکور داشتیم ظاهر میسازد وبنابراین مشابهتها است که میتوان قوهٔ مغناطیس را کیفیت مخصوصی از قوه الکتریسیته دانست مفتول لوله شکل مزبور را بزبان فرانسه سولنوئید (Solénoïde) گویند

(مغناطیس الکتریکی)

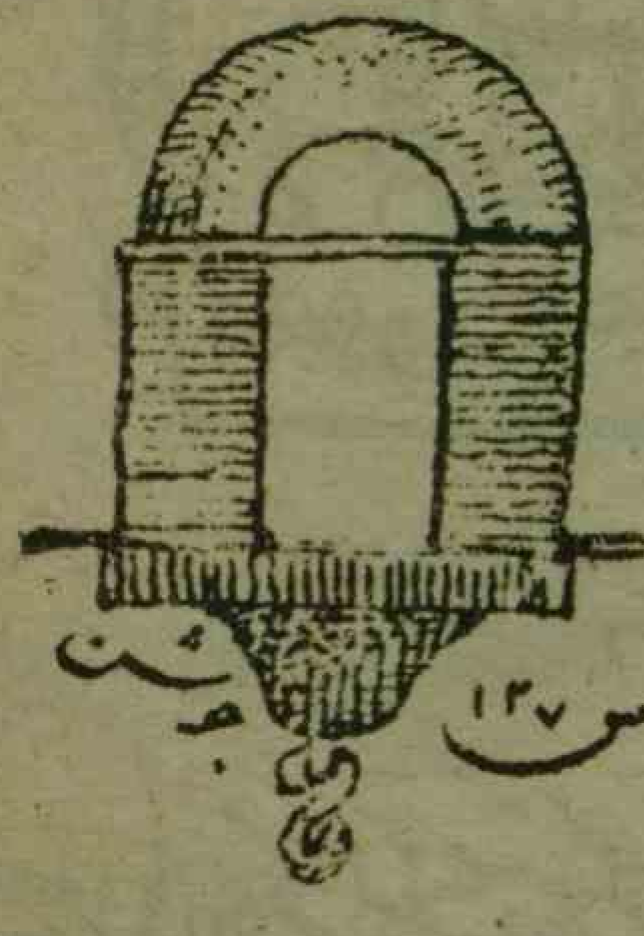
هرگاه لوله از شیشه یا چوب برداشته میلهٔ از آهن یا فولاد در آن داخل کنند و مفتولی از مس بطور مارپیچ دور آن لوله بپیچند وجریان الکتریسیته از آن مفتول عبور دهند میله درون لوله فوراً خاصیت مغناطیس را پیدا میکند وآن سری که طرف یسار جریان است قطب شمال و سر دیگرش قطب جنوب میشود (س ۱۲۶)



(س ۱۲۶)

میلهٔ درون لوله اگر فولاد باشد خاصیت مغناطیس که در آن پیدا میشود دوام دارد یعنی بعد از آنکه جریان الکتریسیته قطع شد میله مزبور باز تا مدتها مغناطیس است تا

اگر آهن خالص باشد بمحض اینکه جریان الکتریسیه قطع شد خاصیت مغناطیس از آن سلب میشود
فولاد مغناطیسی چندان محل استعمال ندارد امّا آهن مغناطیسی که آنرا مغناطیس الکتریک
گوئیم فواید بسیار مهمّه دارد که مذکور خواهیم داشت و غالباً آنرا منحنی و بشکل نعل اسب
میسازند تا قطبین یعنی هر دو سر آن بهم نزدیک بوده قوت جاذبه آن بیشتر بکار رود (س ۱۲۷)
و تیغه از آهن در مجاورت قطبین آن قرار
میدهند که مجذوب آن میشود و آنرا جوشن
مغناطیس خوانند

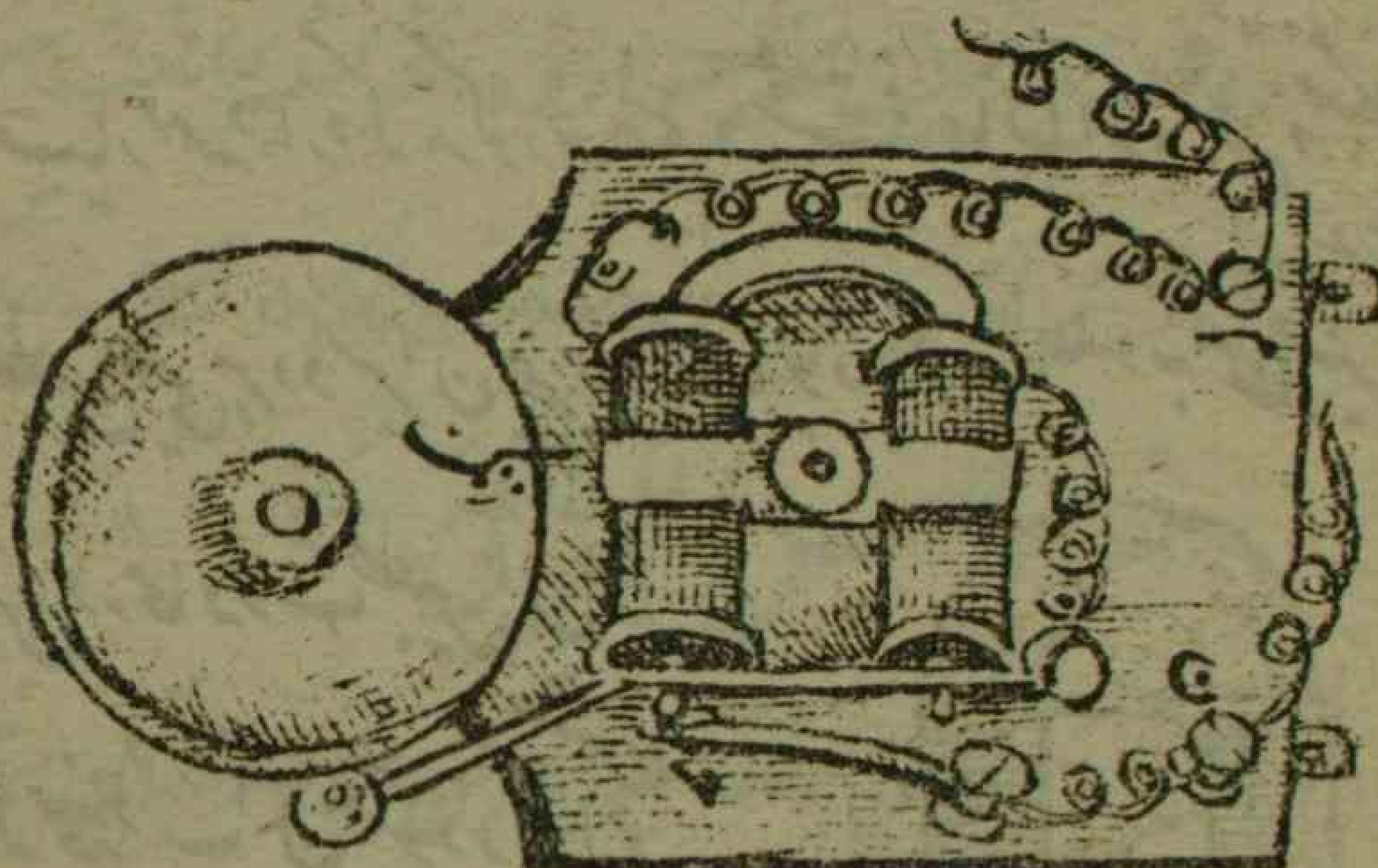


س ۱۲۷

زنگ اخبار

یکی از موارد استعمال مغناطیس الکتریک زنگ اخبار است و تفصیل آن از اینقرار است
یک مغناطیس الکتریک بشکل نعل اسب بر روی صفحه از چوب نصب کرده اند و آن
در نقطه (م) (س ۱۲۸) متصلست بیکی از قطبین پیل که بواسطه جریان الکتریسیه وارد مغناطیس
شده به تیغه از فولاد میرسد جوشن مغناطیس باین تیغه فولاد متصل است
از آنجا جریان الکتریسیه بدگمه از برنج میرسد (ح) که مجاور جوشن میباشد و از دگمه
مزبور بتوسط تیغه فولادی دیگر وارد مفتول دیگری میشود که در نقطه (ن) وصل

بقطب دیگر پیل است



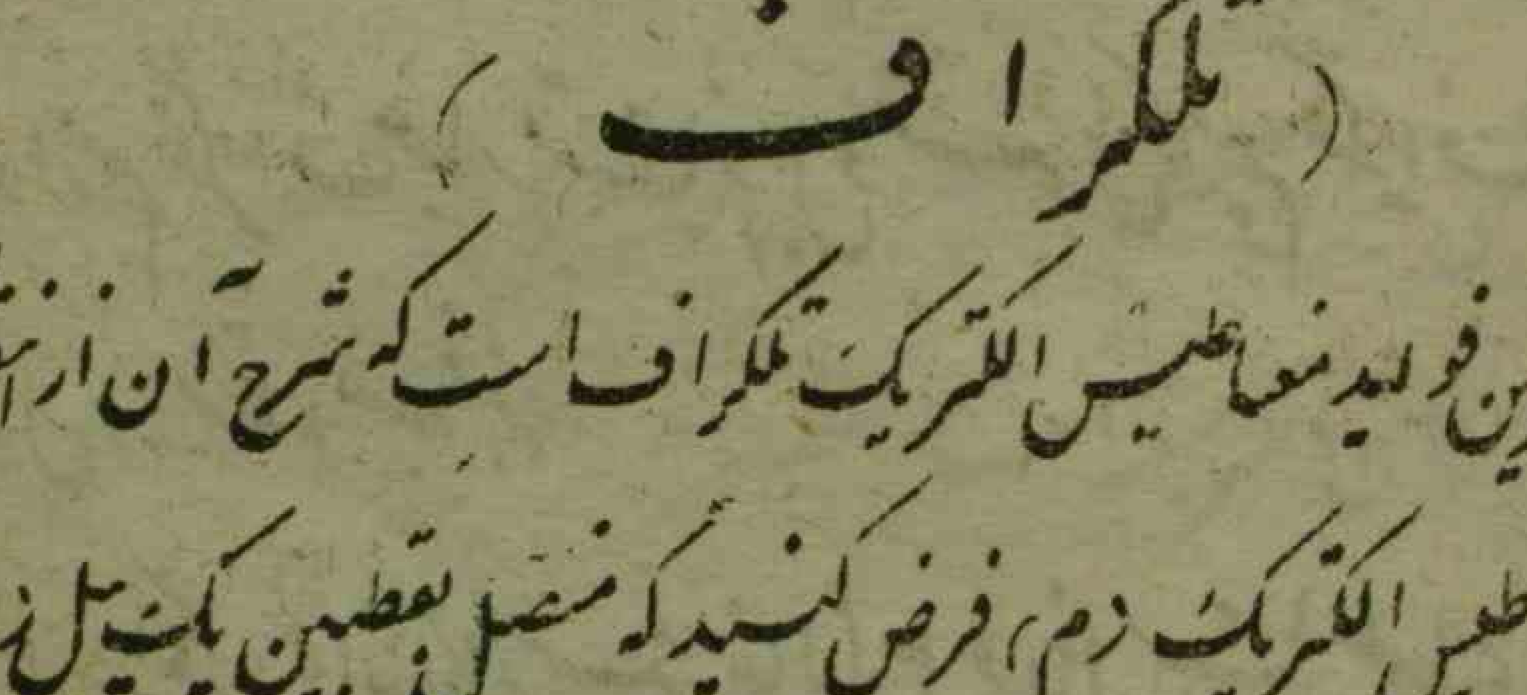
(س ۱۲۸)

هر وقت جریان الکتریسیته در حرکت باشد جوشن مجذوب مغناطیس شده بآن میچسبد و بواسطه چکش کوچکی را که بآن متصل است حرکت داده بزنگی که پهلوی آن واقعست میزند در اینوقت جوشن بواسطه مجذوب شدن و چسبیدن بمغناطیس از دکمه (ح) جدا میشود و بنابراین جریان الکتریسیته منقطع میگردد و قوهٔ جاذبه از مغناطیس سلب میشود اما بهمان وقت تیغه فولادی متصل بجوشن بواسطهٔ قوهٔ ارتجاع خود جوشن را برگردانیده بدکمه متصل میکند لهذا باز الکتریسیته جریان یافته بهمان عمل مکرر میشود بنابراین مادامی که پیل در کار است چکش بفواصل مختصر بزنگ خورده احداث صوت میکند

برای آنکه زنگ اخبار بخود صدا نکند مفتول پیل را در یکی از نقاط قطع میکنند یک دکمه
شستی در آن نقطه قرار میدهند هر وقت میخواهند زنگ بزنند انگشت روی دکمه میگذارند
تا دو سر مفتول بهم متصل شود در اینصورت فوراً جریان الکتریسیته واقع شده مغناطیس بکار
میافتد و زنگ صدا میکند همینکه انگشت را برداشتند دو سر مفتول از هم جدا میشوند
جریان منقطع شده زنگ از کار میافتد

(تلگراف)

یکی از مهمترین فواید مغناطیس الکتریک تلگراف است که شرح آن از اینقرار است
یک مغناطیس الکتریک (م) فرض کنید که متصل بقطبین یک پیل (پ) باشد
و جوشنی از آهن (ح) مجاور قطبین مغناطیس بوده فنری (ف) آنرا بفاصله کمی از
مغناطیس نگاه داشته باشد (ش ۱۲۹) هر وقت جریان الکتریسیته در کار باشد مغناطیس



(ش ۱۲۹)

بواسطه قوه جاذبه خود جوشن را کشیده بخود میچسباند ولی هرگاه در نقطه مثل (ط) جریان را

قطع کنند قوهٔ جاذبه از مغناطیس سلب شده جوشن بواسطه قوهٔ ارتجاع فنر
از مغناطیس جدا میشود پس هر کس در نقطهٔ (ط) باشد بمیل خود میتواند بواسطهٔ قطع
ووصل کردن جریان الکتریسیته جوشن (ح) را حرکت دهد و هرگاه حرکات جوشن را در تحت
قاعدهٔ و ترتیب در آورده برای اقسام آن حرکات معانی مخصوصه قرار دهد میتواند
از نقطهٔ (ط) با نقطه که مغناطیس در آنجا واقعست مکالمه کند

پس لوازم تلگراف عبارتست از پیل و مفتول که سیم تلگراف باشد و دستگاه
ارسال و دستگاه ضبط خبر

اما پیل که در تلگرافخانه بکار میبرند غالبا پیل دانیل است یا پیلهای دیگر که مشابه آن
باشد اما سیم تلگراف یا هوائیست یا زمینی یا دریائی

سیم هوائی همان مفتولهائیست که بالای تیرهای تلگراف بتوسط مقرهای چینی
که عایق الکتریسیته است نصب میکنند

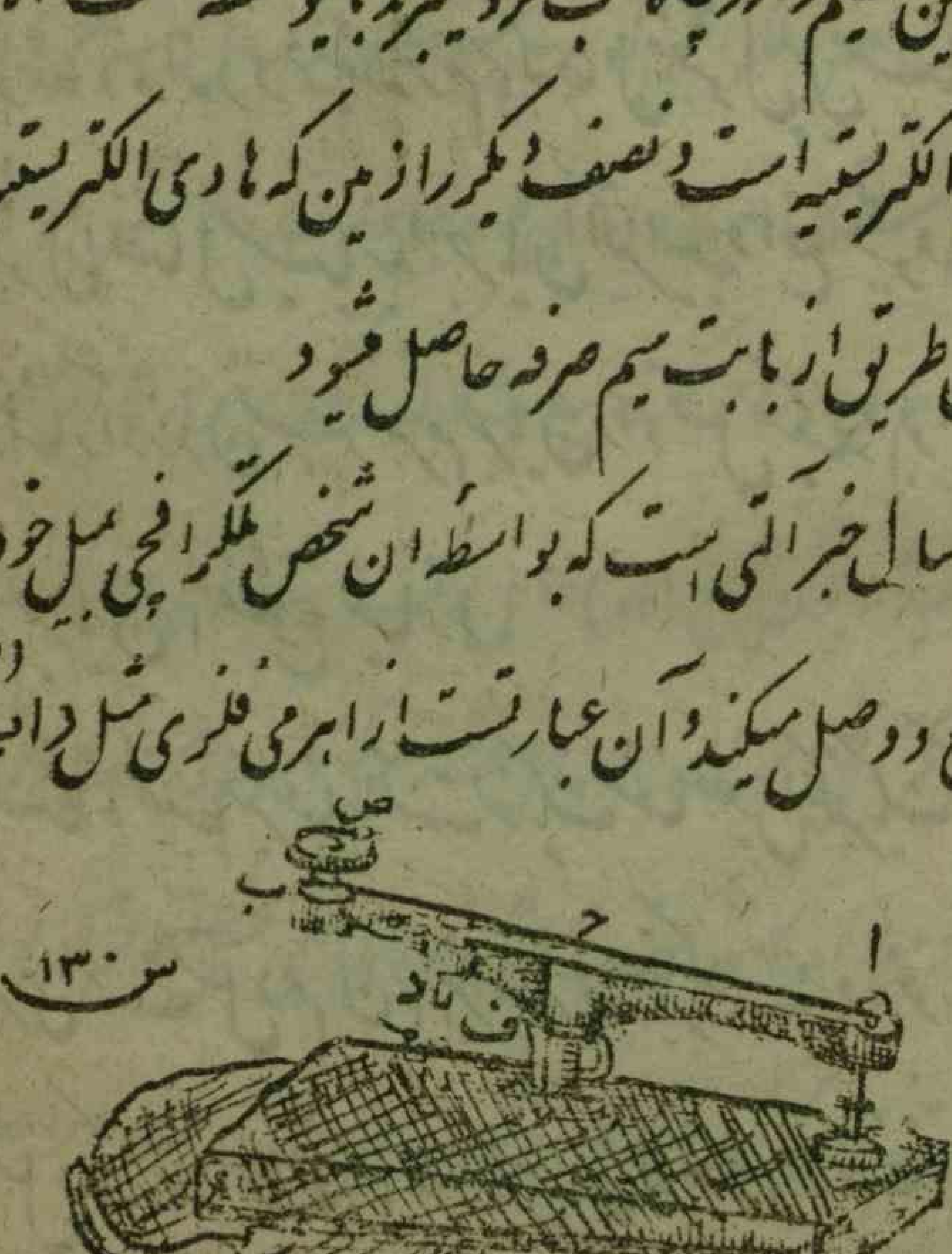
وقتیکه نخواهند سیم را در هوا بکشند و بخواهند در زمین قرار بدهند برای اینکه
عایقی مابین سیم و زمین باشد آنرا از صمغ یا قطران میپوشانند

هرگاه لازم شود سیم تلگراف از دریا عبور کند برای محافظت آن از آب بجای یک

مفتول هفت مفتول مس را هم میتابند و چندین طبقه صمغ و قطران و خاک اره
بآن میپوشانند و بعد آنرا با مفتولهای پولادی می پیچند و با پارچه قیراندود میپوشانند
چنانکه قطر مجموع آن سه سانتیمتر میشود

این نکته را هم باید دانست که برای متصل کردن قطبین پیل تلگراف بمغناطیس لازم نیست
که دو سیم از طرفین بکشند و اکتفا بیک سیم میتوان کرد باین طریق که قطب منفی پیل را
بمفتولی از مس متصل کرده در چاه آبی فرو میبرند و قطب مثبت را متصل بسیم تلگراف
میکنند منتهی الیه این سیم را در چاه آب فرو میبرند باینواسطه نصف راه را سیم
واسطه جریان الکتریسیته است و نصف دیگر را زمین که هادی الکتریسیته است واسطه
میگردد و باین طریق از بابت سیم صرفه حاصل میشود

اما دستگاه ارسال خبر آلتی است که بواسطهٔ آن شخص تلگرافچی بمیل خود جریان
الکتریسیته را قطع و وصل میکند و آن عبارتست از اهرمی فلزی مثل داب (ش ۱۳۰)



که بر دور محوری افقی در نقطه (ح) متحرک است و در زیر آن فنری مثل (ف)

همیشه آن را بلند نگاه میدارد اهرم مزبور متصل است بمفتولی (ل) که وصل بسیم

تلگراف است و صفحه چوبی که اهرم روی آن واقعست در نقطه (م) متصلست بمفتول

دیگری که بقطب مثبت پیل مربوط است پس هر وقت اهرم مزبور بحال خود باشد چون

فنر (ف) آنرا بلند نگاه میدارد مفتولهای سابق الذکر از هم جدا هستند و الکتریسیته

جریان ندارد اما اگر با دست بسر اهرم در نقطه (ص) فشار آورند اهرم پائین

میرود و بتوسط دندانه (د) بنقطه (م) که حامل مفتول پیل میباشد مربوط میشود و بالواسطه

هر دو مفتول اتصال میبابند و جریان الکتریسیته واقع میشود پس شخص تلگرافچی

بواسطه فشار آوردن بسر اهرم جریان را وصل میکند و بواسطه دست برداشتن

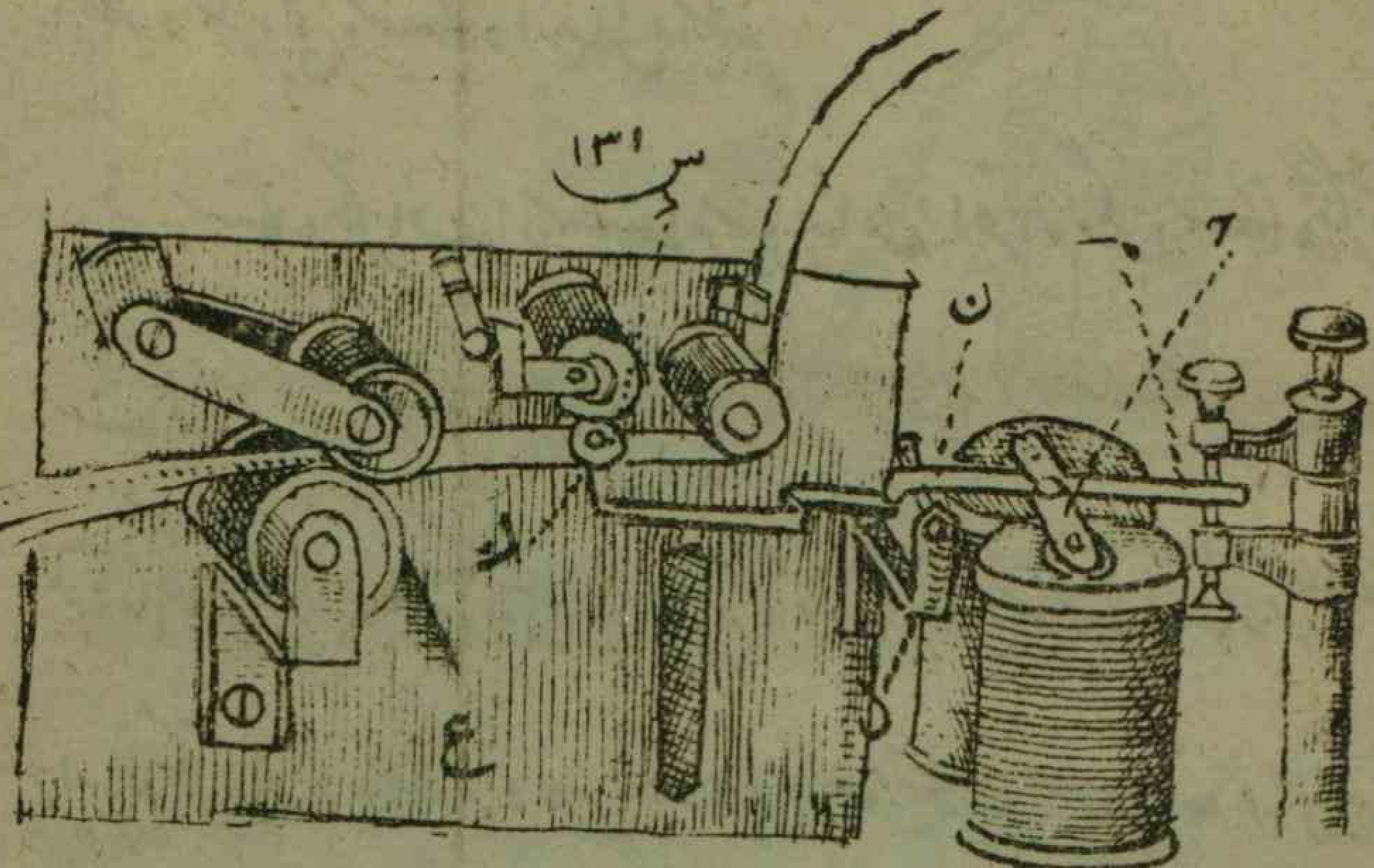
از اهرم جریان را مقطوع میسازد

اما دستگاه ضبط خبر عبارتست از یک مغناطیس الکتریک که جوشن آن (ح)

حامل اهرمی است مثل (م ن) اهرم مزبور متحرکست بدور محور (ل) و منتهی میشود

به نوک مثل (ک) (س ۱۳۱) که بالای آن نواری از کاغذ است و بالای نوار

کاغذ چرخ کوچکی است مثل (د) که حامل مرکب میباشد نوار کاغذ بواسطه اسبابیکه در



جعبه (ع) بیاید بتدریج از کلافه کاغذی باز شده از بین نوک (ک) و چرخ (د)
عبور میکند هر وقت شخص تلگرافچی که سر دستگاه ارسال نشسته جریان را وصل
میکند مغناطیس دستگاه ضبط دارای قوه جاذبه شده جوشن را انجذاب میکند و
بواسطهٔ اهرم (م ن) را حرکت میدهد و نوک (ک) بنوار کاغذ چسبیده آنرا
بچرخ (د) فشار میدهد و چون چرخ (ه) حامل مرکب است روی نوار کاغذ علامتی از مرکب
گذاشته میشود اگر تلگرافچی دستگاه ارسال فشاری که با هرم دستگاه خود میدهد طولانی
باشد علامتی که روی نوار کاغذ کشیده میشود طولانی یعنی بشکل خط خواهد بود و اگر فشار او
مختصر باشد علامت روی کاغذ نقطه خواهد شد و همین خطها و نقطه ها را علامت رمزی
برای حروف الفبا قرار داده اند که تلگرافچی دستگاه ضبط خبر را شناسد و میخوانند

مقصود تلگرافچی دستگاه ارسال را میفهمد

این قسم دستگاه تلگراف را دستگاه مرس مینامند و اقسام دیگر دستگاه تلگراف نیز هست که ذکر آنها طولانی است

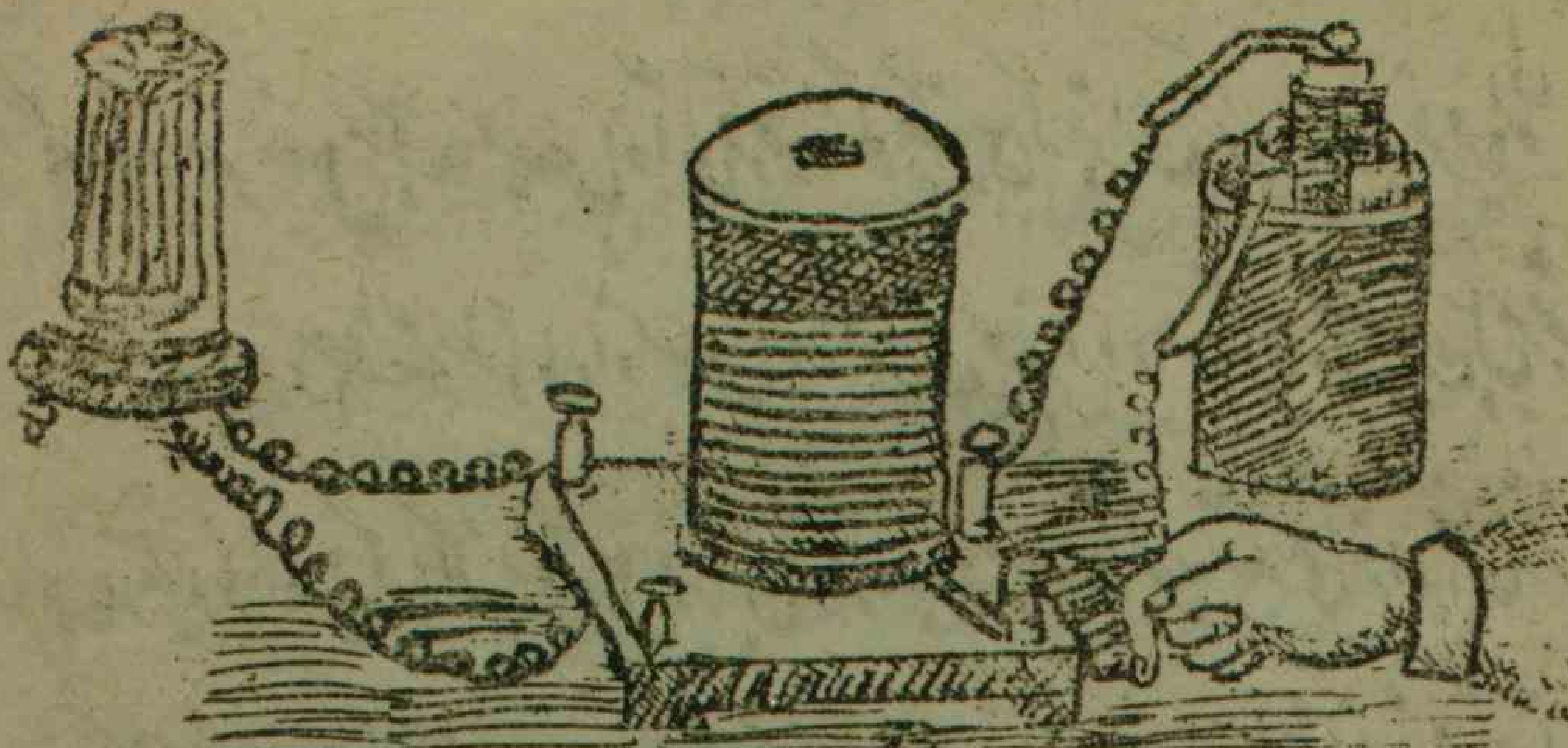
انتشار الکتریسیته و جریان آن بسیار سریع و تقریباً بهمان سرعت انتشار نور است بنا بر این خبر تلگرافی از هر نقطه کره زمین بنقطه دیگر در صورتیکه سیم متصل باشد فوری میرسد

فصل چهارم

القای جریان الکتریسیته

(القای الکتریسیته بتوسط جریان)

هرگاه مفتولی از مس را که ابریشم پیچ شده باشد و در قرقره از چوب به پیچند و دو سر آنرا بقطبین پیل متصل کنند در صورتیکه مفتول دیگری از مس روی مفتول اولی پیچیده و دو سر آنرا بیک گالوانومتر متصل کرده باشند (ش ۱۳۳) همینکه جریان الکتریسیته در مفتول اول واقع شد فوراً مشاهده میشود که مفتول دویم هم دارای جریان الکتریسیته شده است پس معلوم میشود الکتریسیته که در مفتول اول جاری بود مفتول دویم را هم که مجاور آن بوده دارای جریان الکتریسیته نموده است جریان الکتریسیته را که بطریق مزبور تولید



شود جریان القائی گوییم و جریان مفتول اول را که باعث القای جریان در مفتول ثانی شده جریان ملقی نامیم

در همین تجربهٔ سابق الذکر دیده میشود که جریان القائی فقط در ابتدا و انتهای وقوع جریان ملقی تولید میشود یعنی ابتدا وقتیکه جریان ملقی بواسطهٔ پیل در مفتول اولی شروع شد در مفتول ثانی هم جریان حادث میگردد اما بلافاصله کمی محو میگردد و دیگر اثری از آن ظاهر نمیشود مگر وقتیکه جریان ملقی قطع میشود در آنوقت باز در مدت قلیلی در مفتول جریان الکتریسیته مشاهده میشود و باز منقطع میگردد

علاوه براین مشاهده شده است که در موقع شدت و ضعف یافتن جریان ملقی نیز جریان القائی تولید میشود همچنین در موقع دور شدن یا نزدیک شدن جریان ملقی این امر خبیر را باین طریق ثابت میکنند که مفتولی از مس را دور قرقرهٔ بزرگی می پیچید و دو سر آنرا به یک

گالوانومتر متصل میکنند پس از آن قرقره کوچکتری که بتوان آنرا در لوله قرقره اولی

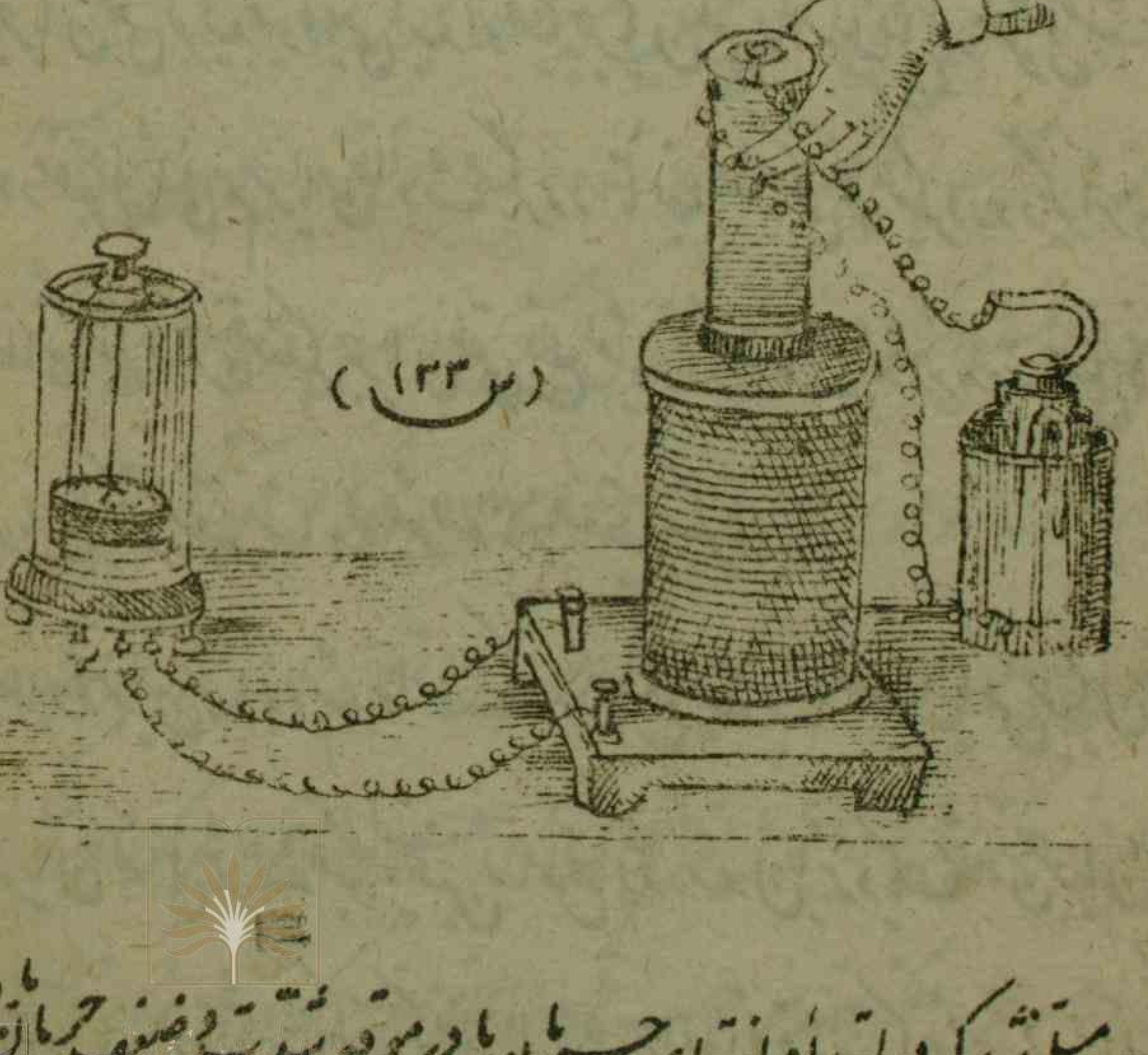
داخل کرد برداشته مفتولی از مس دور آن می پیچند و دو سر آنرا بقطبین پیل مربوط

میسازند و در حالی که الکتریسیته پیل در این قرقره جاریست اگر به تندی آنرا داخل قرقره

اول کنند گالوانومتر نشان میدهد که قرقره اول دارای جریان القائی شده و فوراً

جریان القائی قطع میشود و دیگر ظاهر نمیگردد مگر اینکه قرقره ثانی را از قرقره اول بیرون (س ۱۳۳)

بکشند در آنوقت باز در مدت خیلی قلیلی در قرقره ثانی جریان القائی ظاهر میگردد



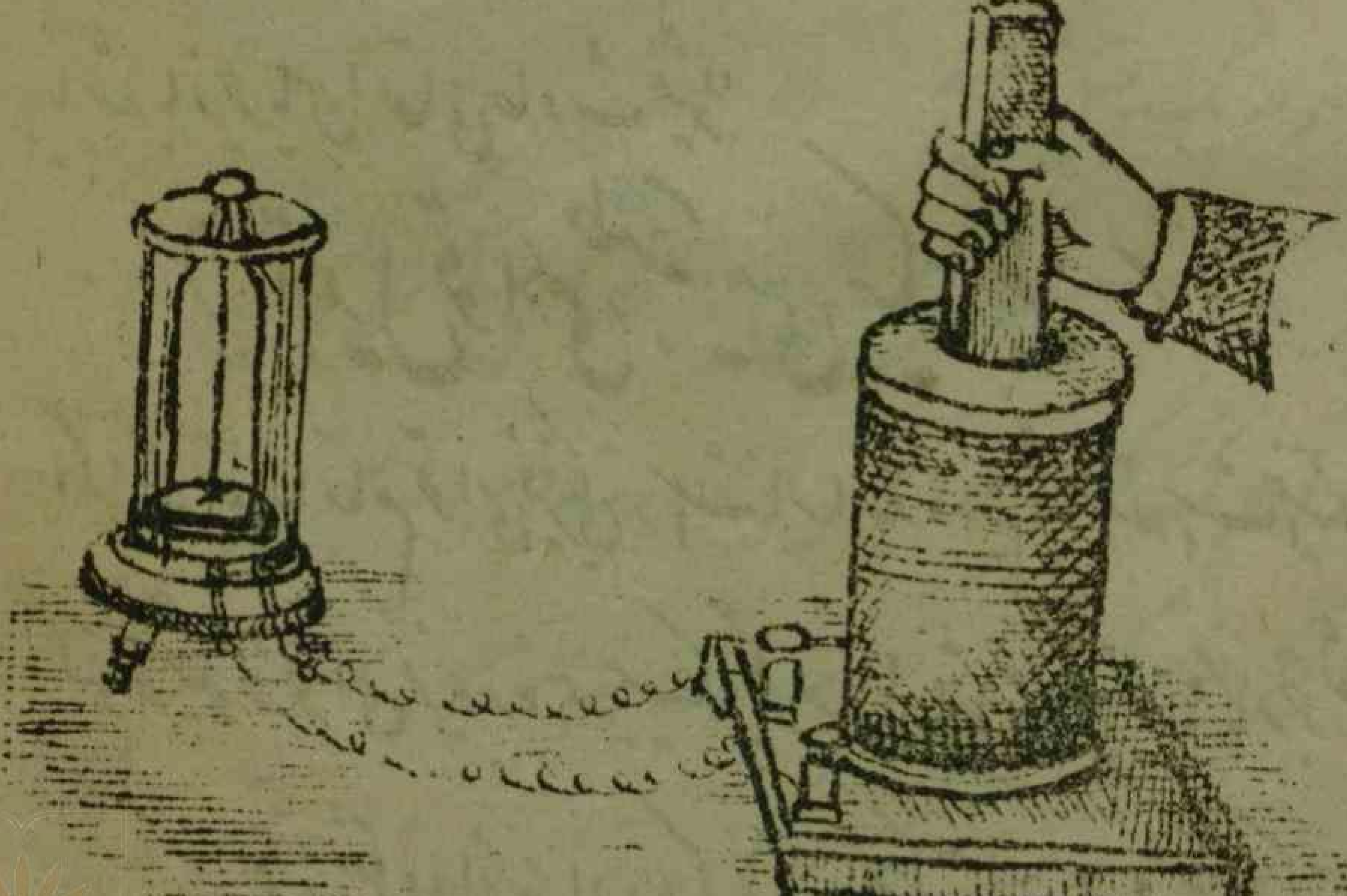
(س ۱۳۳)

پس مسلم شد که در ابتدا و انتهای جریان یا در موقع شدت و ضعف جریان یا در موقع

قرب و بعد جریان القاء الکتریسته میشود یعنی در مفتول دیگر جریان القائی حادث میگردد
وضمناً معلوم شده که جریان القائی که در ابتداء یا موقع شدت یا در نزدیک شدن
جریان ملقی تولید میشود در جهت مخالف با جریان ملقی است امّا جریان القائی که در انتها
یا در ضعف یا در وقت دور شدن جریان ملقی حادث میگردد در جهت با آن موافقت

القای الکتریسته بتوسّط مغناطیس

بتجربه معلوم میشود که هرگاه مفتولی از مس را در قرقرهٔ پیچیده باشند و یک تیغه مغناطیس
داخل لولهٔ قرقره کنند باز (س ۱۳۳) در مفتول جریان القائی تولید میشود و فوراً



(س ۱۳۴)

منقطع میگردد و هنگام بیرون کشیدن مغناطیس از فرقره نیز یک جریان القائی ظاهر میشود که جهت آن مخالف اولی است و هرچه حرکت مغناطیس در ورود یا خروج فرقره سریع تر باشد جریان القائی شدید تر است پس معلوم شد همانطور که جریان الکتریسیته تولید قوهٔ مغناطیس میکند مغناطیس هم میتواند تولید جریان الکتریسیته بنماید جریان القائی که از مغناطیس تولید میشود دارای تمام خواص جریانهای اصلی الکتریسیته میباشد و تفاوتی با آنها ندارد

این نکته را نیز باید دانست که برای تولید جریان القائی لازم نیست حتماً مغناطیس متحرک و فرقره ساکن باشد بلکه عکس آنهم ممکن است یعنی اگر مغناطیس ساکن و فرقره متحرک باشد باز جریان القائی حادث میشود

(تبدیل قوای طبیعی بیکدیگر)

اکنون که تقریباً با تمام قوای فیزیکی را آشنا سانیده ایم شایسته است اینک در خاتمه نشان دهیم که چگونه قوای مزبوره همه بیکدیگر تبدیل میشوند و حرکت و کار جز ثقیلی صورت میبندد قوهٔ ثقل و جاذبه را دیدیم که باعث حرکت اجسام میشود حرکت را بیان کردیم که چگونه تولید حرارت میکند و برعکس حرارت چطور تبدیل بحرکت میشود و کار

جر ثقیلی انجام میدهد نیز ملاحظه کردیم که از حرارت احداث نور میگردد و نور هم تاثیرات

شیمیائی دارد و باعث تجزیه و ترکیب اجسام که آن نیز نوعی حرکت است میشود و بعبارة

اخری کار جر ثقیلی صورت میدهد و بالاخره معلوم کردیم که حرکت تبدیل بقوهٔ مغناطیس

و قوه الکتریسته میشود و قوای مزبوره از حرارت و مخصوصاً از آثار شیمیائی تولید

میگردد و همچنین نشان دادیم که قوهٔ مغناطیس و الکتریسته هم بیکدیگر متبدل میشوند

و هر کدام از آنها احداث حرکت و حرارت و نور و آثار شیمیائی میکنند و آنچه بعد

از این مذکور خواهیم داشت نیز همین مطلب را اثبات خواهد کرد و از اینجا میتوان

استنباط نمود که منشاء و اصل تمام قوای طبیعی یکی است و جمیع آنها مظاهر مختلفه و

فروع متنوعه یک اصل میباشند

(ماشینهای مبنی بر القای الکتریسته)

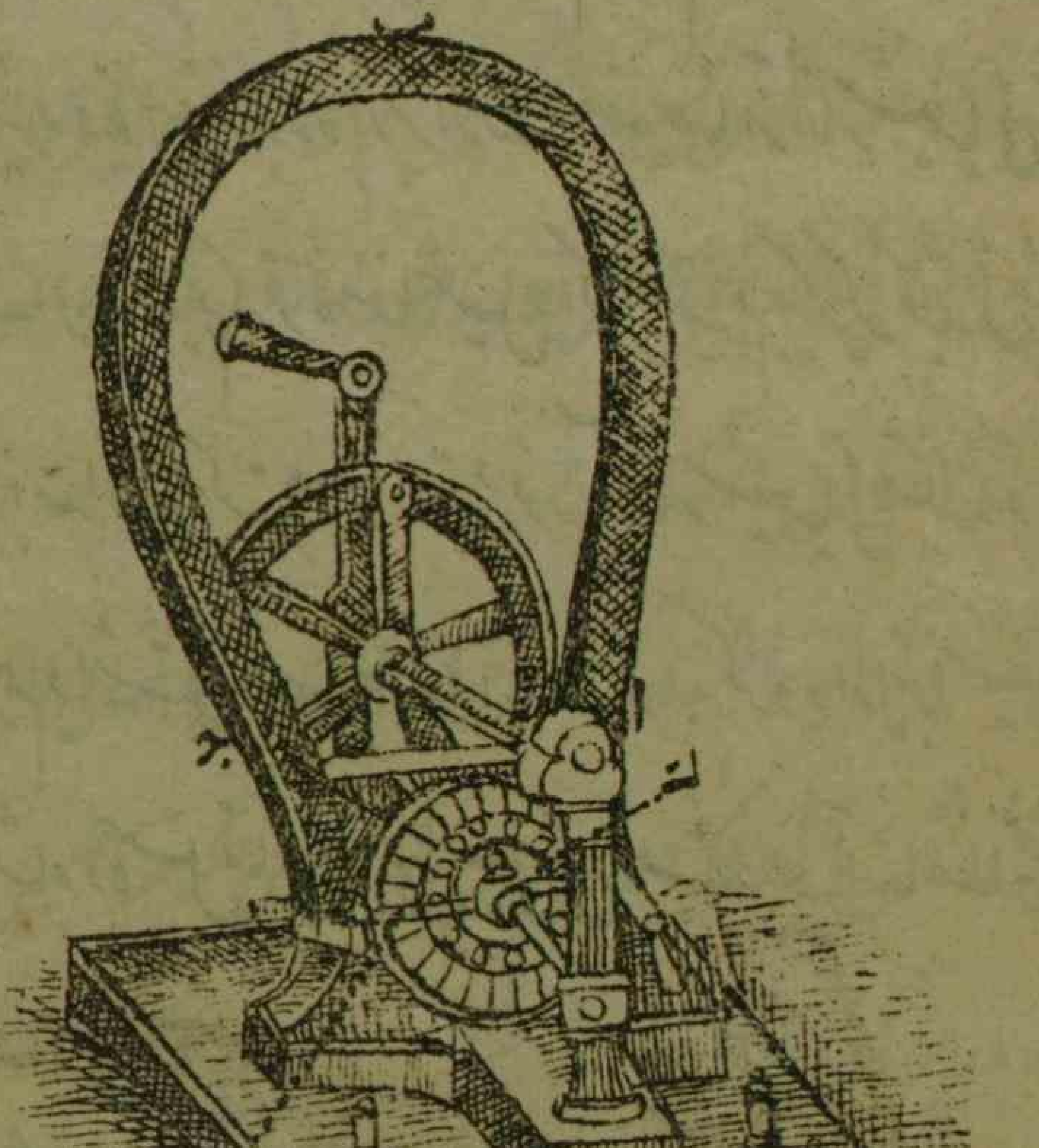
بنابراینکه از حرکت کردن مغناطیس در مجاورت قرقره که مفتول مس دور آن پیچیده

شده یا بالعکس از حرکت کردن قرقره در مجاورت مغناطیس تولید جریان الکتریسته میشود

ماشینهائی مبنی بر این خاصیت اختراع کرده و چون آنها تولید جریان الکتریسته میکنند

که آنها را ماشینهای القائی مینامیم و یکی از اقسام این ماشینها آنست که ماشین گرام

میخوانند و شرح آن اجمالاً از اینقرار است که یک مغناطیس را بشکل نعل اسب مثل مغناطیس
اب ج (س ۳۵) نصب میکنند بطوریکه ساکن باشد و مابین قطبین (ا و ج) آن



مغناطیس حلقه مرکب از چندین قرقره مفتولی که آنرا حلقه گرام مینامند قرار میدهند
بطوریکه حلقه مزبور در بین قطبین مذکور میتواند دوران کند و تولید جریان الکتریسیته
القائی نماید و جریان بتوسط دو تیغه فلزی به دو مفتول مس (ل ل) رسیده در آنها

دوران مینماید و هرچه سرعت دوران حلقه در مقابل مغناطیس زیادتر باشد قوه
جریان الکتریستیه بیشتر خواهد بود و برای دوران حلقه آنرا در روی قطعه از چوب نصب
کرده بتوسط چرخ مخصوص میچرخانند و هرگاه حلقه در هر دقیقه ششصد چرخ بزند قوه محرکه
ماشین معادل پانزده دستگاه پیل و ایل خواهد بود و اگر هزار و پانصد چرخ بزند قوه
بیست و پنج دستگاه پیل و ایل خواهد داشت و یک مفتول آهنی را که ده سانتیمتر طول
و یک میلیمتر قطر داشته باشد میتواند گداخته و ذوب نماید

ماشین گرام شبیه بچیزیکه مذکور داشتیم نمونه اصلی ماشین الکتریستیه القائی است ولی تصرفات
عدیده در آن نموده و آنرا تکمیل کرده اند چنانکه قوتش خیلی زیادتر از آن باشد که مذکور
شد و یکی از تصرفات آنست که بجای مغناطیس متعارفی مغناطیس الکتریکی بکار میبرند
و در اینصورت ماشین را دینامو خوانند و برای اینکه حلقه گرام بسهولت در مجاورت
مغناطیس دوران کند آنرا متصل بیک قرقره کرده و قرقره را بتوسط اقسام مختلفه محرکات
از قبیل اسب یا باد یا جریان آب یا قوه بخاری میچرخانند بعبارة اخری قوه اسب
یا قوه باد یا قوه بخار را تبدیل بقوه الکتریستیه میکنند و آن قوه را بهر مصرف از مصارفی
که مذکور داشتیم یا مذکور خواهیم داشت میرسانند

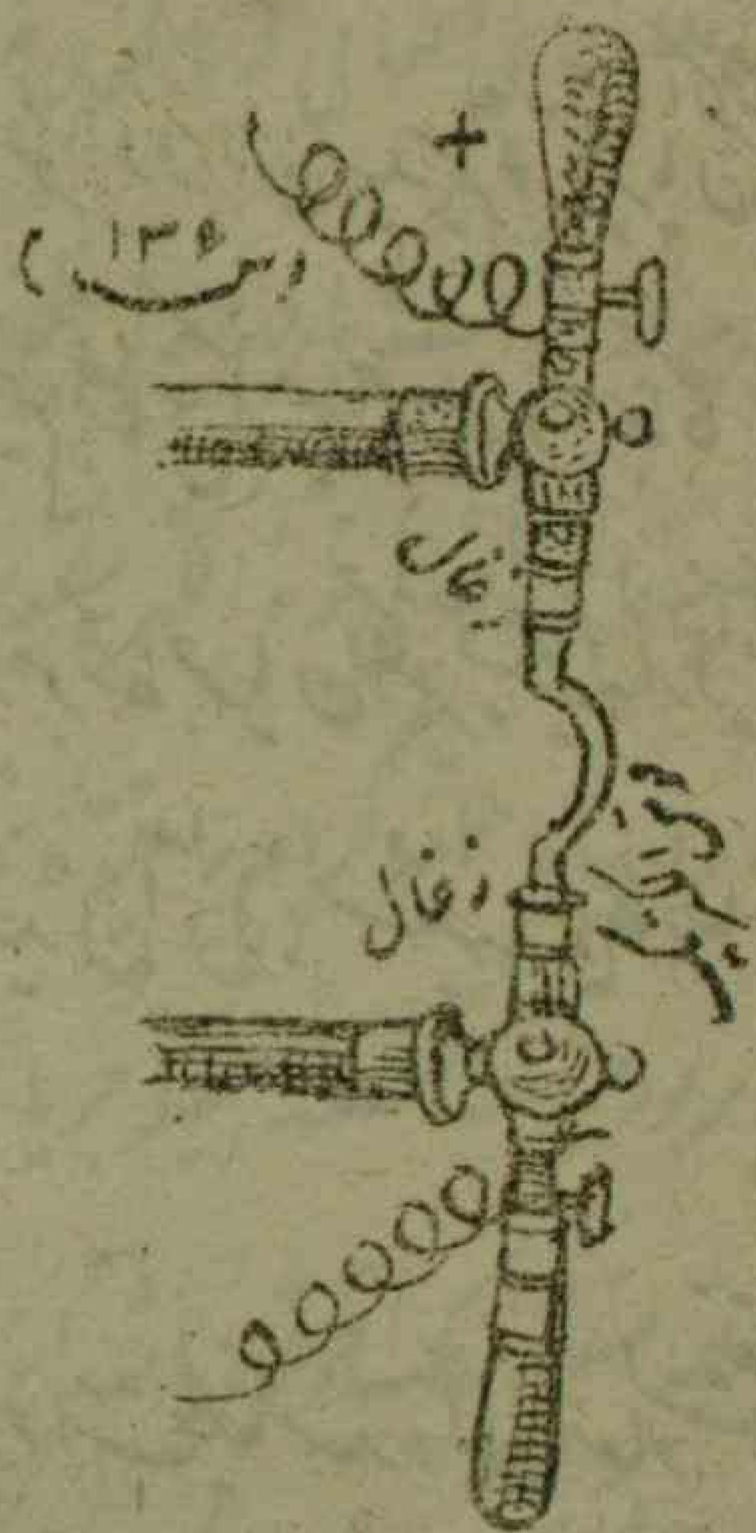
در ماشینهای القائی که تا کنون مذکور داشته ایم بیان کردیم که قوهٔ جر ثقیلی دینمی حرکت
ماشین بخار یا آب یا باد را بدل بقوهٔ الکتریسیته مینمایند اینک باید بگوئیم که بتوسط همین
ماشینهای القائی قوهٔ الکتریسیته را هم میتوان مبدل بقوه جر ثقیلی نمود باینطریق که
هرگاه ارتباط حلقه گرام را بقوهٔ بخار منقطع سازند و یک جریان شدید الکتریسیته از انجا به
حلقه مزبور روانه کنند همینکه جریان وارد حلقه شد فوراً حلقه بنای دوران میگذارد
و اگر حلقه متصل بیک قرقره باشد آنرا هم میچرخاند و بتوسط چرخیدن قرقره مزبور هر قسم
مقصود جر ثقیلی که داشته باشیم بعمل میآید بعبارهٔ اخری همان کاریکه ماشین بخار انجام
میدهد از دینامو یعنی ماشین القائی هم ساخته میشود

خواص سابق الذکر باعث شده که قوه جر ثقیلی را میتوان بفواصل بعیده منتقل نمود
بعبارهٔ اخری میتوان قوای محرکه را دریک نقطه قرار داد و نتیجه را که از آن مطلوبست
از قبیل دائر کردن کارخانه در نقطهٔ دیگر که چندین فرسخ دور است حاصل کرد باینطریق
که مثلاً در مکانی جریان شدید آب یا آبشاری موجود است که میخواهیم از قوهٔ آن
استفاده کنیم مثلاً کارخانه راه بیندازیم ولی آن مکان از محلی که در آنجا میخواهیم
قوه را بکار ببریم و کارخانه راه بیندازیم فاصله زیاد دارد و پس در همانجائیکه آبشار موجود است

یک دینامو دایر میکنیم و بتوسط قوهٔ آبشار دینامو را دوران میدهیم قوهٔ جریان الکتریتیه احداث میشود این قوه را بتوسط مفتول میرسانیم بمکانی که میخواهیم در آنجا کارخانه بنا کنیم و در آنجا هم یک دینامو نصب مینمائیم و بتوسط جریان الکتریتیه که از دینامو اولی آورده ایم آنرا میچرخانیم و بتوسط چرخانیدن آن ماشینهای کارخانه را راه میاندازیم

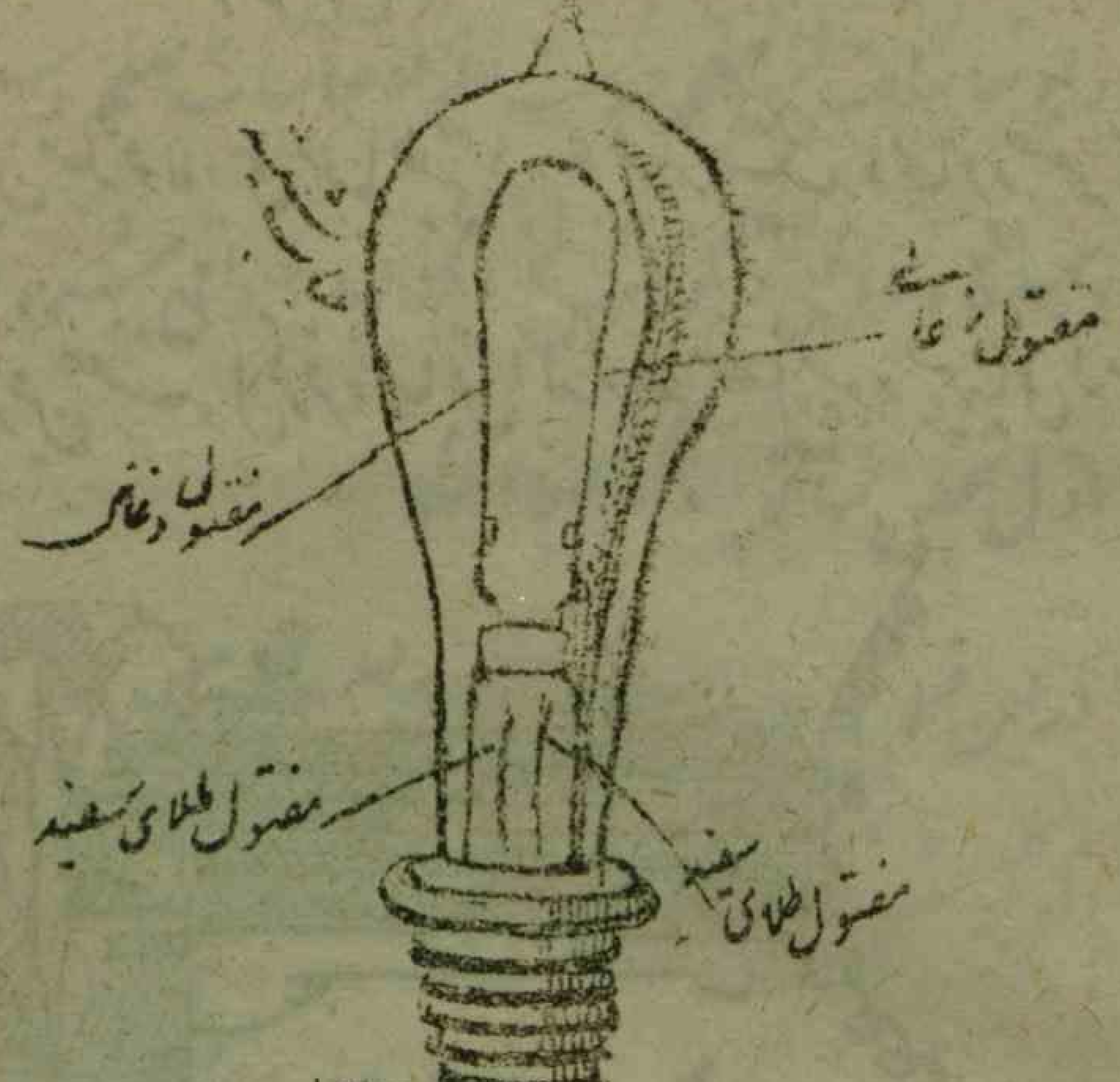
واحد کار جرثقیلی که بتوسط دینامو انجام میباید وات مینامند و آن معادلست تقریباً با یک عشر کیلوگرامتر یعنی هفتصد و پنجاه وات معادل است با یک اسب بخار و هر دینامو ممکنست چندین هزار وات کار را انجام دهد

هرگاه دو سر مفتولهائی که الکترودهای یک دینامو را تشکیل میدهند بهم متصل باشند و آنها را از یکدیگر جدا کنند ما بین آنها برقی میجهد و هرگاه مفتولها را بفاصلهٔ معینی از یکدیگر نگاه دارند برقی دائمی بشکل قوس مشاهده میشود که آنرا قوس الکتریک یا قوس ولتائیک گویند و هرگاه دو قطعه زغال را متصل بقطبین دینامو نمایند و ابتدا آنها را بیکدیگر مربوط و بعد منفصل سازند و بفاصلهٔ معینی نگاه میدارند دیده میشود که زغالها مشتعل شده و شعلهٔ بنفش رنگی که غالباً بشکل قوس است بین آنها مرئی است (رجوع ۱۳۶)



درحرارت این قوس روشنائی بسیار شدید است
چنانکه طلای سفید را ذوب میکند زغال را
ذوب و تبخیر مینماید و حال آنکه اعمال مزبوره
دو هزار الی دو هزار و پانصد درجه حرارت
لازم دارد

هرگاه زغالهائیکه بطریق مذکور مشتعل میشود
در هوا باشد البته میسوزد و تمام میشود اما اگر آنهارا در خلاء یعنی در جائیکه هوا نباشد
قرار دهند مدتی مدید دوام مییابد بنابراین چراغ برق را از مفتولهای زغالی
میسازند که آنهارا درون حبابهائی از شیشه بشکل گلابی قرار داده و آن حبابهارا از
هوا خالی کرده اند (س ۱۳۷) همینکه مفتول زغال متصل بقطبین دینامو شود مشتعل میگردد
و روشنائی میدهد و چون حباب از هوا خالیست زغال هم فوری نمیسوزد و تمام
نمیشود و این قسم چراغ را چراغ ادیسن گویند و درجه روشنائی آن بسته به بزرگی
یعنی طول و عرض مفتول زغال است و آنرا بشمع تعبیر میکنند یعنی میگویند فلان چراغ
یک شمع یا دو شمع یا ده شمع روشنائی دارد واجالا چراغ ده شمعی یک



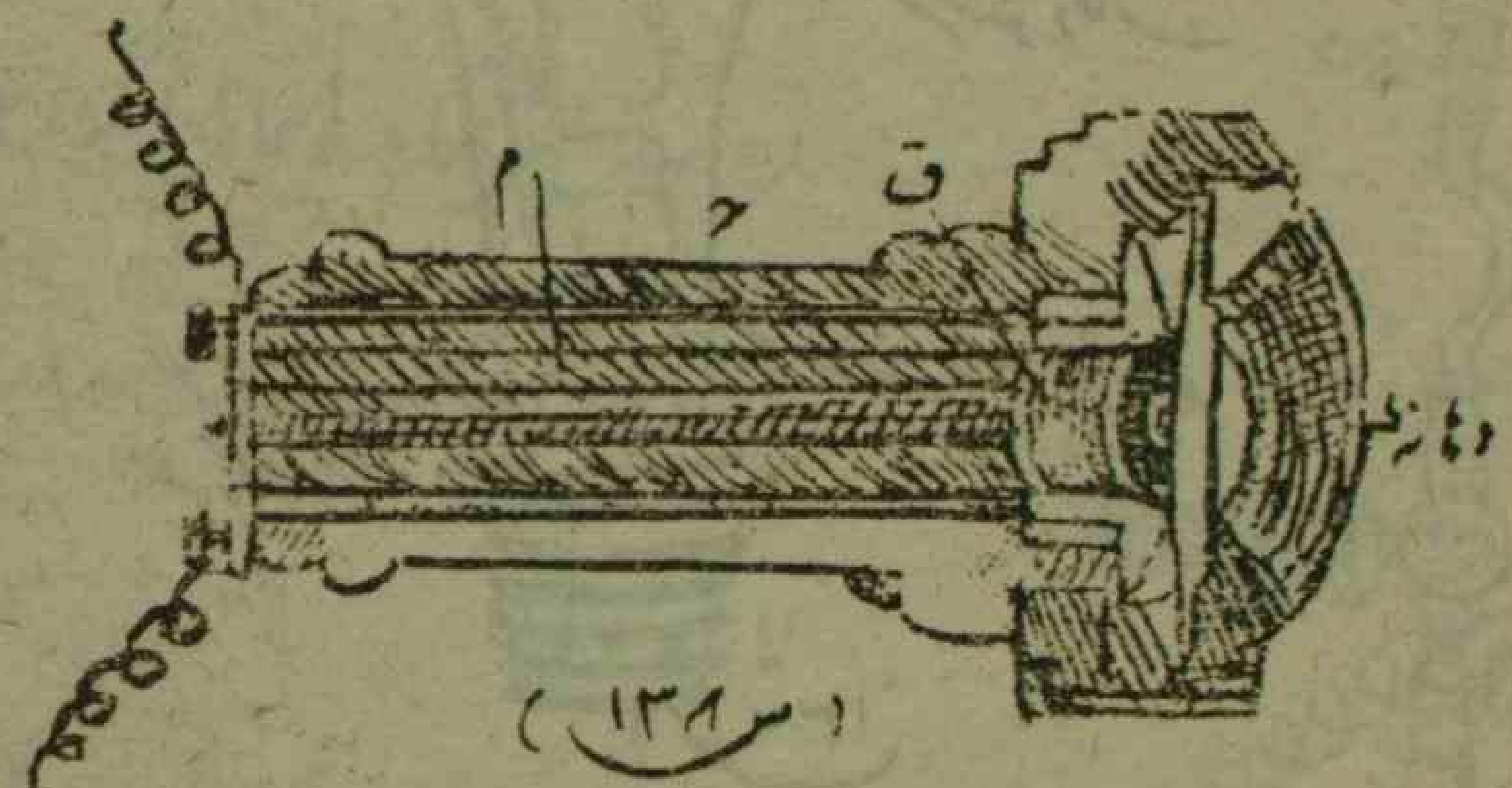
ش ۱۳۷

اسب بخار تقریباً قوه لازم دارد و قوه چراغ برق را بتوسط ماشین گرام و دینامو فراهم مینمایند دینامو را بواسطه قوه بخار بحرکت میاندازند ولی در بعضی نقاط که آبشار موجود باشد قوه آب را برای راه انداختن دینامو بکار میبرند یعنی در حقیقت از آب آتش میسازند

(تلفون)

تلفون آلتی است که اصوات و الفاظ را بتوسط قوه الکتریسیته بفواصل بعیده میرساند و آن مرکب است از یک لوله چوبی (ح) که دارای دهانه ایست (ه) که جلو آن صفحه نازکی از آهن است (ه) و بفاصله کمی از آن صفحه قرقره ایست مغناطیسیه

(ق) و از وسط آن میلهٔ فولادی مغناطیسی (م) عبور میکند و مجاور صفحهٔ آهن میشود
(ش ۱۳۸) و طرفین مفتول قرقره سابق الذکر هم متصل میشود بسیمهائی که مربوط است بلوله



(ش ۱۳۸)

دیگری بهمین تفصیل و نظیر آن دو لوله مزبور با انضمام مفتولها و سیمها که با آن مربوط است
و جریان الکتریسیته را در آنها دوران میدهد دستگاه تلفون را تشکیل مینماید پس اگر
شخصی جلو دهانه (ده) تکلم کند صوتی که از دهان او خارج میشود صفحهٔ (هـ) را مرتعش مینماید
و بواسطهٔ این ارتعاشات آن صفحه متوالیاً نسبت بمغناطیس (م) دور و نزدیک میشود
و هر نوبت که صفحهٔ آهن بمغناطیس نزدیک شد حال مغناطیسی پیدا میکند و بنابر
انحرکات آن صفحه مجاورت قرقرهٔ مفتولی (ق) در قرقره تولید جریان اتفاقی
مینماید و جریان مزبور بواسطهٔ مفتولها و سیمها بقرقرهٔ دستگاه دیگر که نظیر همین دستگاه است
و در نقطهٔ دیگر واقعشده میرسد و بانواسطه صفحهٔ آهن مجاور آنرا بارتعاش میاندازد

دار تماشات این صفحه درست نظیر از تماشات صفحه دستگاه اولی است پس اگر کسی
دستگاه دویمی را بگوش خود بگذارد اصواتی میشنود نظیر اصواتی که در دستگاه
اوّل شخص سابق الذکر تلفظ میکند

در این قسم تلفون دستگاه متکلم و دستگاه مستمع یکسان است یعنی همان دستگاه را
اگر بگوش بگذارند برای استماع و اگر بدهان بگذارند برای تکلّم بکار میرود واین
تلفون فقط مبنی بر خاصیت مغناطیس است لیکن خالی از معایب نیست و برای
فواصل بعیده چندان مناسبت ندارد بنابراین تلفونی که امروز شایع است دارای
پیل الکتریتیه و میکروفون میباشد و بواسطه زنگ اخبار تکمیل میشود و این رساله
مختصر گنجایش آن را ندارد

فصل پنجم
عکس باطنی و تلگراف بی سیم

(عکس باطنی)

هرگاه لوله از بلور که از همه طرف مسدود باشد برداشته و منقول حمی ثنید از طرفین

داخل آن کنند و هوای آن را بکشند بطوریکه بسیار رقیق شود پس از آن مفتولهای مزبور را بقطبین یک قرقرهٔ الکتریسیتهٔ القائی متصل نمایند تا جریان و تخلیهٔ الکتریسیته در درون لوله واقع شود آثاری بظهور میرسد که نتایج علمی و عملی بسیار مهم از آن گرفته میشود اگر رقت هوای درون لوله زیاد نباشد تخلیهٔ الکتریسیته موجهای چند از روشنائی بنظر میرساند و هر چه رقت هوا زیاد شود موجهای روشنائی کم میشود تا بدرجهٔ که درون لوله تقریباً تاریک میگردد

لولهٔ مزبور را لوله کالسیغر گویند و اگر رقت هوای درونی زیاد باشد لوله کرکس نیز میخوانند و سر مفتول فلزی را در آن سمتی که الکتریسیته منفی دارد کاتود مینامند و سر دیگر را که الکتریسیته مثبت دارد آنود میخوانند

وقتیکه رقت هوای لوله بجائی میرسد که درون لوله تاریک میشود نه اینست که تخلیه الکتریسیته موقوف و اشعه بکلّی مفقود شده باشد بلکه بدلایل چند ثابت میشود که اشعه موجود است الّا اینکه مرئی نیست و از جمله دلائل اینست که در نقطهٔ مقابل کاتود جدار لوله بروشنائی مخصوص ملوّن میگردد و هرگاه اشیاء دیگری مابین کاتود و طرف مقابل جدار لوله حایل نمایند آن اشیاء هم روشن میشود و بطرف مقابل سایه

میاندازد و معلوم میدارد که از کاتود اشعهٔ مخصوصی بطریق مستقیم و عمودی تابش میکند و اشعهٔ مذکوره را اشعهٔ کاتودیک نامند و بقرار این چند معلوم میشود که اشعهٔ مزبوره دارای قوه و فعالیت نیز میباشند چنانکه هرگاه ورقهٔ فلزی را در معبر آنها قرار دهند گرم و مشتعل بلکه ذوب میشود

اشعهٔ کاتودیک حامل الکتریسیته منفی میباشند و مانند جریان الکتریسیته بتوسط مغناطیس از معبر خود منحرف میشوند از یک ورقهٔ نازک الومینیوم آنها را میتوان عبور داد و از لوله خارج کرده داخل هوا نمود و در اینصورت هوا که عایق الکتریسیته است بواسطه اثر اشعهٔ کاتودیک ها دی الکتریسیته میشود

هرگاه در درون لولهٔ کروکس بجای هوا بخارات رقیق دیگر داخل کنند نیز همین خواص ظاهر میشود و بتجربه ثابت شده که جنس مادهٔ درون لوله و جدار لوله و مفتول حامل الکتریسیته در خواص اشعهٔ کاتودیک اثری ندارد و در هر حال اشعهٔ مزبور یکسان میباشند

برای توجیه کیفیات سابق الذکر علمای فیزیک و شیمی چنین فرض کرده اند که در لولهٔ کروکس ذرات هوا یا بخارات بواسطهٔ تخلیهٔ الکتریسیته تجزیه میشود باجزاء کوچکتری که بعضی حامل الکتریسیته منفی و بعضی دیگر حامل الکتریسیته مثبت میباشند و این اجزاء کوچک را

یون میخوانند و الکترن هم میگویند و چنین تصور میکنند که آثار و خواص اشعهٔ کاتودیک

بواسطهٔ حرکات الکترنهاست و چون الکترنهای تمام اجسام یکسان است معلوم میشود

که ذرات تمام اجسام از اجزاء متشابه تشکیل شده بعبارهٔ اخری اصل مادهٔ شیئی واحد است

و آنهم احتمال میرود که از جنس الکتریستیه باشد که جزء قوی محسوب میشود پس بنابراین

فرض مادّه و قوّه دو چیز مستباین نیست ملکه ناشی از یک منشاء و مبدء میباشند

چون خواص اشعهٔ کاتودیک تازه مکشوف شده و در کلیه کیفیات آن استقصای کامل

بعمل نیامده نمیتوانیم درباب این فرضها و تصورات بجرئت تصدیق کنیم ورای بدهیم

همینقدر معلوم است مطالعاتی که دراین خصوص شده و خواهد شد نتایج بسیار مهم

علمی و فلسفی دارد و درباب حقیقت مادّه و قوّه و خلقت عالم معلومات مفیده ممکن است

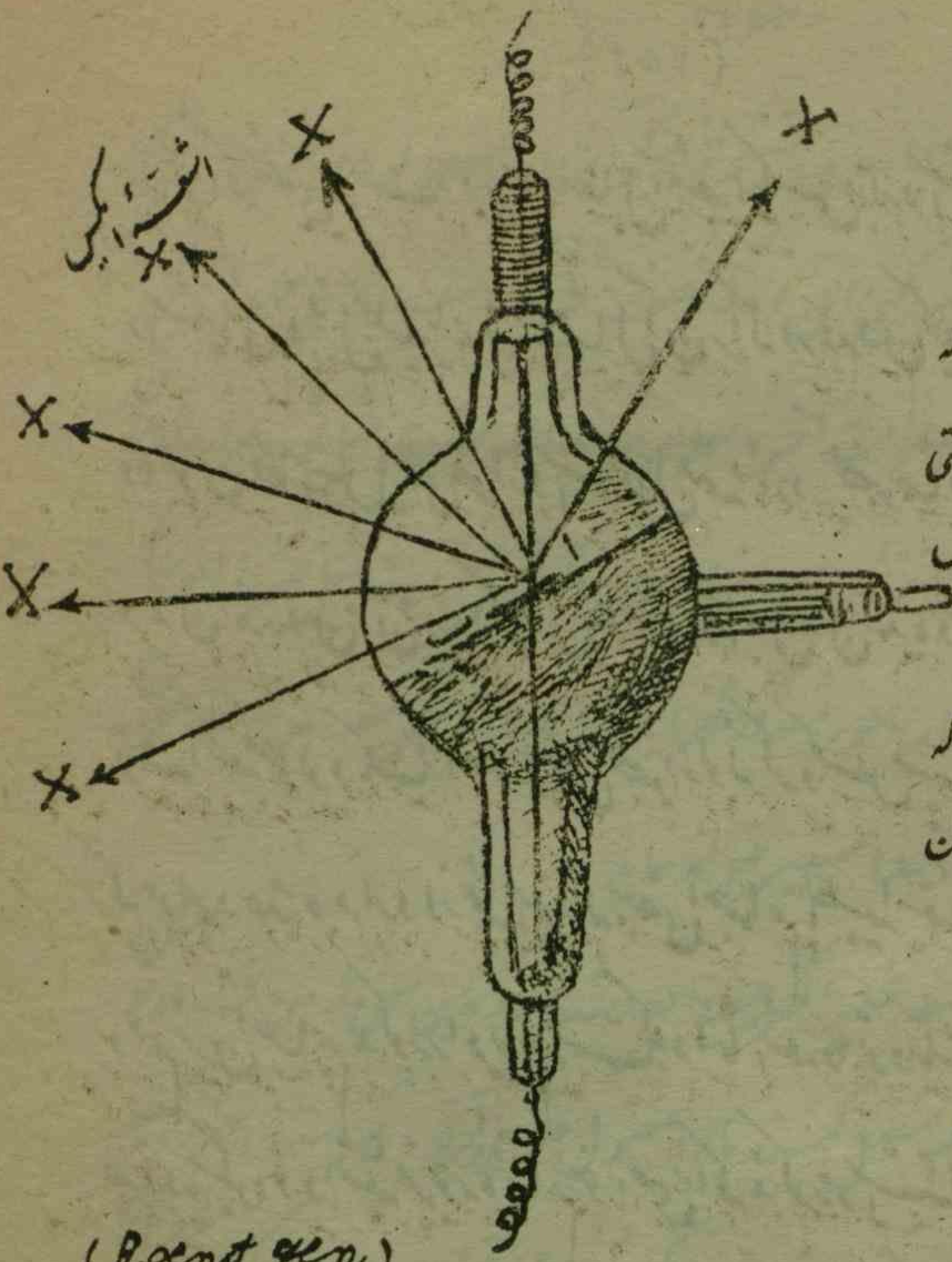
بدست دهد و علاوه براینکه فواید عملی هم دارد که مهمترین آنها مسئلهٔ عکس باطنی است

و شرح آن اجمالاً ازاینقرار است

هرگاه در لولهٔ کروکس دربرابر اشعهٔ کاتودیک مانعی از قبیل تیغه از طلای سفید قرار

دهیم همینکه اشعهٔ کاتودیک به تیغهٔ طلای سفید برخورد از تیغهٔ مزبور اشعه چند با طراف

منتشر میشود که لوله را روشن و ملون مینماید (۱۳۹۳) اشعه مذکوره که موسوم



(اب) تیغه طلای

سفیدات

قسمتی از درون شیشه که

تیره رنگ است قسمتی

است که از اشعه ایکس

خالی میباشد،

و مابقی قسمتی است که

از اشعه مزبوره در آن

تابیده است

(س ۱۳۹)

(Roentgen)

به اشعهٔ ایکس شده (X rayons) باسم کاشف آن اشعه هم که رنتگین نام
دارد خوانده میشود این خاصیت را دارد که از اجسام حاجبه و را عبور میکند مگر اجسام
بسیار سخت صلب مثل فلزات و استخوان و امثال آنها و شیشهٔ حساس عکاسی را هم
مثل سایر اشعهٔ نور متأثر میسازد بنابراین بتوسط اشعهٔ مزبوره اشیائی از قبیل فلزات
و استخوان را میتوان از وراء اجسام حاجبه و را مشاهده کرد یا عکس برداشت

چنانکه اگر شخصی دست خود را در مقابل اشعهٔ ایکس بدارد استخوانهای او را می‌بیند و اشیائی از قبیل کلید یا پول و امثال آن را که در درون کیف باشد میتوان عکس برداشت و اکنون عکاسی باطنی موارد استعمال مهمه دارد مخصوصاً در طب و جراحی که بجهت دیدن اندرون بدن و پیدا کردن گلوله که داخل بدن شده و مثال این امور از ابتکارات مهمه تولید اشعهٔ کاتودیک و اشعهٔ ایکس منحصر در لولهٔ کروکس نیست و بتجربه معلوم شده است که موارد عدیده دارد از جمله اینکه بعضی اجسام بالطبیعه اشعهٔ مزبوره را احداث میکنند و مهم‌ترین اجسام مذکور رادیوم است که دائماً اشعهٔ کاتودیک و اشعهٔ ایکس از آن جدا میگردد و اشعهٔ مزبوره تمام خواصی را که مذکور داشته‌ایم دارا میباشند و این مسئله مایهٔ حیرت علما شده ایشان را بغرضهای سابق الذکر رهبر نموده و در باب حقیقت ماده و قوه بخیالات دور و دراز انداخته است

(امواج الکتریسیته)

تا کنون الکتریسیته را بهر جا و بهر طور دیده‌ایم خواه ساکن و خواه جاری یک واسطهٔ مادی که حامل او باشد لازم داشته است یعنی الکتریسیته را جز در جسم ندیده‌ایم و انتقال آنرا هم جز بتوسط جسم مشاهده نکرده‌ایم چنانکه در تلگراف و تلفون و سایر مواردی که خواستیم

الکتریسیته استعانت کنیم چاره نداشتیم جز اینکه آنرا در مفتولهای فلزی عبور دهیم
و فقط صرفه که توانستیم بکنیم این بود که نصف معبر الکتریسیته را بجای مفتول زمین قرار دهیم
اما در این سنوات اخیره معلوم شد که الکتریسیته هم مثل نور و حرارت بدون
واسطه مادی ممکنست انتشار بیابد یعنی همان طور که نور و حرارت مثل صوت امواج
دارد و این امواج آنها را بطور اشعه در فضا انتقال میدهد الکتریسیته هم همانطور امواج
دارد و بطور اشعه در فضا سیر میتواند بنماید

امواج الکتریسیته بواسطه تخلیه الکتریسیته احداث میشود باین معنی که هر وقت دو جوشن
یک بطری لید را بهم متصل کنند یا دو مفتول فلزی قرقره الکتریسیته را بهم نزدیک
نمایند بطوری که مابین آنها برق بزند اگر درست دقت شود می بینند که برقی که در این
موقع میجهد یک برق نیست بلکه برقهای کوچک عدیده است که از مفتول اول
بمفتول دویم و از مفتول دویم بمفتول اول میرود و در حقیقت الکتریسیته در میان
آن دو مفتول حرکت نوسانی بسیار سریعی میکند چنانکه در بعضی موارد میتوان
الکتریسیته را طوری نوسان داد که در هر ثانیه چند صد کرور نوسان داشته باشد
همچنانکه از تماس جسم صوتی هوای اطراف خود را مرتعش ساخته تولید امواج صوتی میکند

وصوت را منتشر مینماید نوسانهای الکتریسیته هم اثر را مرتعش ساخته تولید امواج
الکتریسیته میکند و امواج مذکوره در فضا منتشر میشود و بنقاط بعیده میرسد چون امواج
مذکوره را شخصی موسوم به هرتس کشف کرده آنها را امواج هرتسی میگویند

تلگراف بی سیم

یک دستگاه ضبط خبر تصور کنید چنانکه در تلگراف متعارفی شرح داده ایم (صفحه ۲۳۲)
که جزء عمده آن عبارتست از یک مغناطیس الکتریک و جوشنی که مجاور آنست و مجذوب
آن میشود و سایر لوازمی که بجهت ثبت و ضبط حرکات جوشن قرار داده اند
فرض کنید پیل الکتریسیته که جریان را بقرقره میرساند و آنرا مغناطیس میکند نزدیک
خود قرقره واقعست و جریان پیل دائما در قرقره جاری و مغناطیس الکتریک دائما
دارای خاصیت مغناطیسی میباشد

فرض کنیم این دستگاه ضبط خبر در اصفهان باشد و مقصود ما اینست که از طهران
با اصفهان مخابره کنیم واضحست که با ترتیبی که مذکور داشتیم مقصود حاصل نمیشود زیرا
که ما باید در طهران وسیله داشته باشیم که بپیل خود جریان الکتریسیته را در مغناطیس دستگاه
اصفهان قطع و وصل کنیم با کیفیتی که در صفحه ۲۳۲ بیان کرده ایم دست [illegible] و با وجود

دائم بودن جریان الکتریسیته آن کیفیت روی نخواهد داد

فرض کنید در دستگاه ضبط خبر که در اصفهان واقعست یکقسمت از مفتول را که بواسطهٔ انتقال جریان الکتریسیته پیل تبرقره میباشد قطع کنیم معلومست که در صورت جریان الکتریسیته قطع میشود و قرقره از حالت مقناطیس میافتد و اینحال نیز دائمی است پس هنوز مقصود ما حاصل نشده است زیرا که مقصود ما وقتی حاصل میشود که از طهران بتوانیم جریان الکتریسیته را در دستگاه اصفهان بمیل خود قطع و وصل کنیم

حال در دستگاه اصفهان بجای آن قسمتی از مفتول که قطع کرده بودیم یک لولهٔ بلور قرار میدهیم که پر از براده فلز باشد و طرفین لوله بمفتول پیل متصل باشد بطوری که جریان الکتریسیته غیر از لولهٔ مزبور مانعی نداشته باشد

لولهٔ بلور مزبور که پر از برادهٔ فلز است حقیقةً مانع جریان الکتریسیته است و هنوز خفی بحال ما نکرده است لیکن یک خاصیت دارد که تمام مقصود ما را حاصل میکند و آن اینست که در هر نقطه هرگاه تخلیه الکتریسیته واقع شود بطوری که امواج الکتریسیته هرتس را احداث نماید امواج مذکوره آن لوله را هادی الکتریسیته مینماید و در مدتی که لولهٔ مزبور در تحت اثر امواج هرتس است جریان الکتریسیته در دستگاه اصفهان مانعی ندارد و بواسطه

میتوانیم لوله مزبور را ناقل الامواج بنامیم پس اگر ما در طهران بطور دلخواه خود تخلیه الکتریسیته را

قطع و یا احداث کرده امواج برتس را قطع و یا تولید نمائیم جریان الکتریسیته در دستگاه

اصفهان مطابق میل ما قطع و یا واقع میگردد یعنی مطابق میل ما جریان در دستگاه

اصفهان قطع و وصل میشود و علامات و رموزی که با تلگرافچی اصفهان قرار گذاشته ایم

بکار میرود و تلگرافچی مزبور مقصود ما را میفهمد

پس تلگراف بی سیم هم مثل تلگراف متعارفی یک دستگاه ارسال خبر لازم دارد

و یک دستگاه ضبط الا اینکه لازم نیست دستگاه ارسال با دستگاه ضبط بتوسط سیم

متصل باشد در این قسم تلگراف دستگاه ارسال عبارتست از یک قرقره پر قوی از

الکتریسیته القائی که یک قطب آن متصلست بمیله فلزی طویلی که بطور عمود در هوا نصب شده

و قطب دیگرش بتوسط میله دیگری بزمین مربوط است و دو سر دو میله مزبوره بمجاور

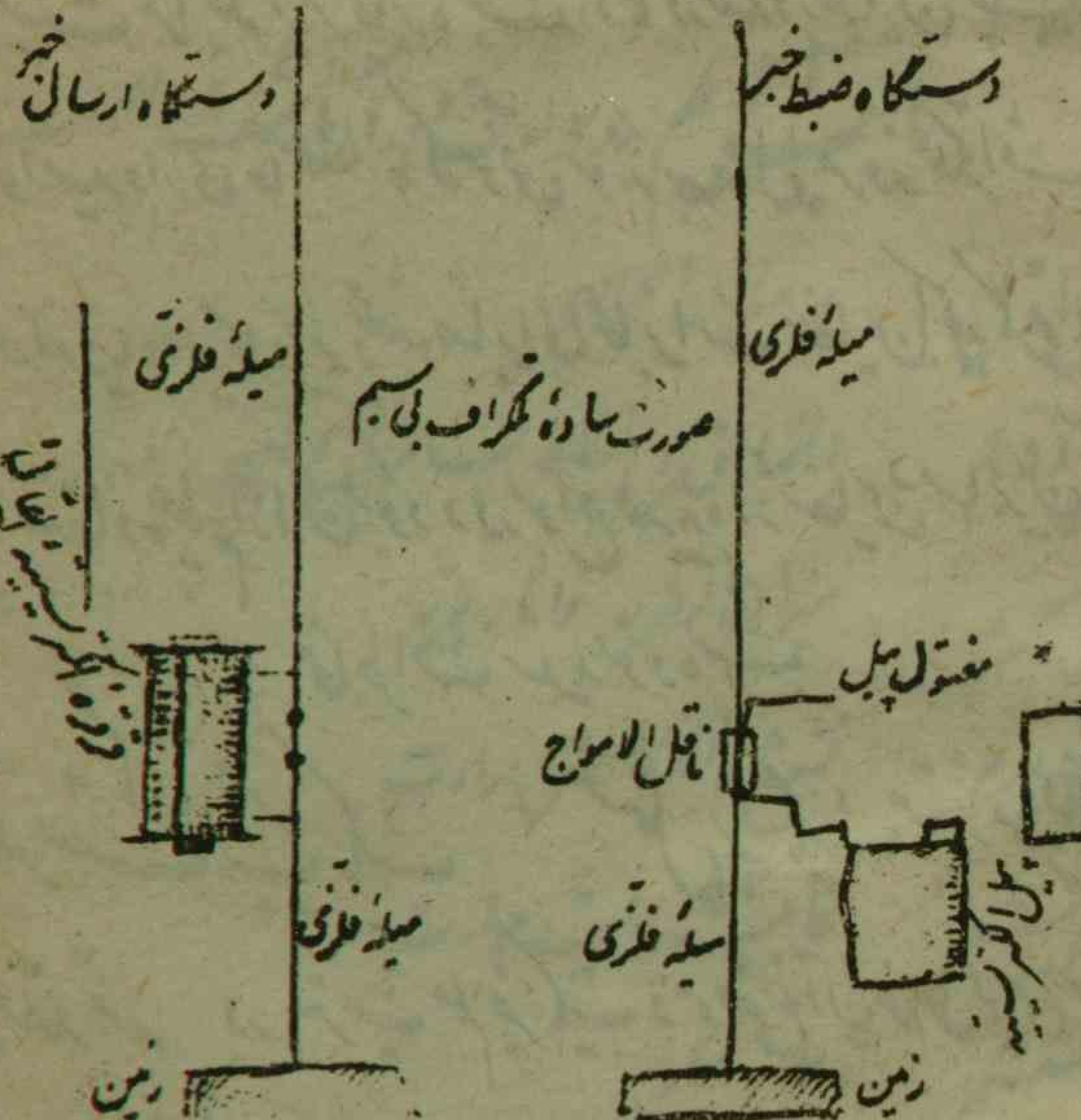
یکدیگر واقع شده اند (ش ۱۴۰) و هر وقت جریان الکتریسیته در قرقره واقع شود

بین آن دو سر آن دو میله برق میجهد و احداث موجهای برتس مینمایند

دستگاه ضبط نیز میله ایست فلزی طولانی و عمودی که بزمین مربوط است و بقدر

چند سانتیمتر از میله مزبور را بریده اند و لوله بلوری پر از براده فلز یعنی لوله ناقل الامواج

بجای آن گذاشته اند و قطبین پیل الکتریسیته را بدو نقطه از میله که در طرفین ناقل الامواج باشد متصل کرده ایم (س ۱۴۱) پیل الکتریسیته مزبور جریان را بقرقره



(س ۱۴۰) (س ۱۴۱)

مغناطیس الکتریک میرساند قرقره مذکور دارای لوازم دستگاه ضبط خبر بطوریکه سابقاً شرح داده ایم میباشد هر وقت در دستگاه ارسال خبر تولید موجهای الکتریسیته نمایند دستگاه ضبط آنرا میگیرد فعلاً تلگراف بی سیم تقریباً تمام مقصودی را که از تلگراف هست حاصل میکند الا اینکه یک عیب بزرگ دارد که هنوز نمیتوان کاملاً بر رفع آن

موفق نشده اند و آن اینست که هر وقت دستگاه ارسال ارسال خبر میکند هر جا که یکدستگاه ضبط باشد آن خبر را میگیرد و بنابراین مخابره خصوصی نیست مگر اینکه برمز مخابره کنند امّا در صدد رفع این عیب هم هستند و امیدواری حاصلشده که موفق شوند بهر حال امروز تلگراف بی سیم در اروپا و امریکا دایر و مخصوصاً برای مخابرات سفاین با کمک کمرو با سواحل استفادهٔ عظیم از آن میشود و در مواقع عدیده از سفاین و مسافرین آنها دفع مخاطرات شدیده نموده است

فهرست کتاب فیزیک مشتمل بر یک مقدمه و پنج باب

باب دویم در حرارت و در آن هشت فصل است

باب سیّیم صوت مشتمل بر سه فصل

تمت

فهرست برخی از کتب درسی

که در این کتابخانه مطبوع موجود [است و]

بسهل قیمت فروخته میشود از این قرار

جغرافیای دوره مقدماتی تألیف [illegible] آقا میرزا [illegible]
خان سرتیپ مهندس . . . دو قران و ده شاهی

جغرافیای بسیط جدید مسمی به بوستان مقدماتی تألیف آقای مترجم [illegible] . . دو قران

فیزیک مصور برای مدارس متوسطه تألیف آقای ذکاء الملک . . . پنج قران

جلد دوم دستور دانش تألیف مترجم همایون . . دو هزار و پانصد دینار

دانش آموز مشتمل بر دو جلد مخصوص کلاسهای ابتدائی تألیف آقا میرزا [illegible] خان

حساب مختصر ساده تألیف آقا میرزا موسی خان . . . سه قران

معرفة الحیوان تألیف شاهزاده میرزا [illegible] خان . . چهار قران

شرعیات خیلی ساده ابتدائی تألیف آقا میر سید محمد تقی ..... ده شاهی

مخزن المراسلات مشتمل بر انشاءآت ساده و مکاتبات شهری و تجارتی
و عرایض [illegible] عناوین و القاب برطبق [illegible] و غیره

دو قران